

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática
y de Telecomunicación

Fabricación del carenado de una moto de competición



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Luis Mendivil Ayerbe

José Sancho Rodríguez

Pamplona, 3 de septiembre de 2021

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

RESUMEN

En el siguiente proyecto se recoge el proceso seguido para el diseño y fabricación del carenado de la moto del equipo UPNA Racing de la Universidad Pública de Navarra, participante de la VI edición de la competición internacional “Motostudent”.

Para la realización de este proyecto se han aplicado tanto conocimientos adquiridos en el grado, como otros conocimientos adquiridos de forma personal para poder llevarlo a cabo.

El diseño del carenado comenzó en el segundo semestre del curso 2018-2019, por lo que no habría sido posible sin los diferentes miembros del equipo que desde entonces han ido aportando para que haya salido adelante.

Finalmente, en este proyecto se recogen todos los problemas que han ido apareciendo, así como las diferentes alternativas para ir solucionándolos, justificando las decisiones tomadas, con el fin de ayudar a futuros alumnos en la fabricación de los carenados en próximas ediciones de la competición.

ÍNDICE

BLOQUE I	9
1 CONSIDERACIONES PREVIAS	11
1.1 Introducción	11
1.1.1 Motostudent	11
1.1.2 Equipo UPNAracing	15
1.2 Carenado de una moto.....	16
1.2.1 Componentes	16
1.2.2 Aerodinámica de una motocicleta	17
2 NORMATIVA MOTOSTUDENT 2019/2020.....	20
3 DISEÑO DEL CARENADO	26
3.1 Requisitos del diseño	26
3.2 Diseño en Solidworks	26
3.2.1 Guardabarros delantero.....	26
3.2.2 Frontal y quilla.....	28
3.2.3 Cover	29
3.2.4 Colín.....	30
3.2.5 Guardabarros trasero.....	31
3.2.6 Carenado completo	32
3.3 Estudio aerodinámico del diseño	34
4 FABRICACIÓN DEL CARENADO	37
4.1 Introducción	37
4.2 Carenado edición anterior	37
4.3 Materiales utilizados	37
4.4 Piezas adaptadas.....	38
4.4.1 Frontal	38
4.4.2 Colín.....	39
4.5 Piezas fabricadas	43
4.5.1 Técnicas empleadas	43
4.5.2 Guardabarros delantero.....	45
4.5.3 Cover	48
4.5.4 Quilla	53
4.5.5 Guardabarros trasero.....	57
4.6 Otras piezas	60

4.6.1	Triángulos de lluvia.....	60
4.6.2	Carenado interno	60
4.6.3	Protector trasero.....	61
4.6.4	Aleta tiburón	62
4.7	Tabla de tiempos de fabricación	62
5	PINTADO.....	65
BLOQUE II		67
6	DOCUMENTACIÓN Y PUBLICIDAD	69
6.1	Reglamento	69
6.2	Patrocinadores	73
6.3	Diseño.....	74
7	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA.....	77
8	MONTAJE DEL CARENADO	79
9	ESTUDIO DEL COSTE DE FABRICACIÓN.....	83
10	RESULTADOS MS1	85
11	EVENTO FINAL	86
11.1	Pruebas de verificación	86
11.2	Resultados	87
11.2.1	Prueba de frenado.....	87
11.2.2	Gymkhana	87
11.2.3	Prueba de aceleración	88
11.2.4	Pole Position.....	88
11.2.5	Carrera final.....	89
11.2.6	Total MS2	90
11.2.7	Best MotoStudent	91
12	Mejoras para futuras ediciones.....	92
12.1	Puntos fuertes	92
12.2	Puntos débiles	93
12.3	Alternativas tomadas por otros equipos.....	93
12.4	Propuestas para futuras ediciones.....	95
13	CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
14	BILIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción gráfica del Test 1: Brake Test.....	13
Figura 2. Descripción gráfica del Test 2: Gymkhana	14
Figura 3. Descripción gráfica del Test 3: Acceleration	14
Figura 4. Vista carenado Moto 3	16
Figura 5. Imagen colín Moto GP	16
Figura 6. Imagen depósito Moto GP	17
Figura 7. Guardabarros delantero y trasero Moto GP	17
Figura 8. Imagen motocicleta Garelli Sport 50.....	18
Figura 9. Perfiles aerodinámicos	18
Figura 10. Comienzo diseño guardabarros delantero	27
Figura 11. Croquis 3D del diseño del guardabarros delantero	27
Figura 12. Diseño final guardabarros delantero	28
Figura 13. Croquis 3D del diseño del frontal y quilla	28
Figura 14. Proceso de diseño del frontal y quilla	29
Figura 15. Diseño final del frontal, quilla y cúpula	29
Figura 16. Croquis 3D del diseño del cover	30
Figura 17. Diseño final del cover	30
Figura 18. Croquis 3D del diseño del colín	31
Figura 19. Diseño final del colín	31
Figura 20. Croquis 3D del diseño del guardabarros trasero.....	32
Figura 21. Diseño final del guardabarros trasero.....	32
Figura 22. Vista lateral del diseño completo del carenado	33
Figura 23. Vista frontal del diseño completo del carenado	33
Figura 24. Resultado análisis aerodinámico	35
Figura 25. Velocidad del flujo de aire.....	36
Figura 26. Distribución de presiones del análisis aerodinámico	36
Figura 27. Carenado completo de la Honda RS125.....	37
Figura 28. Detalle del frontal y quilla Honda RS125.....	39
Figura 29. Sesión de pruebas en el Circuito de Navarra	39
Figura 30. Espuma de poliuretano sobre el colín.....	40
Figura 31. Masilla aplicada sobre los laterales del colín	41
Figura 32. Fibra de vidrio del colín	41
Figura 33. Resultado final de los laterales del colín	42
Figura 34. Resultado final de la parte trasera del colín.....	43

Figura 35. Impresión 3D de una pieza del guardabarros delantero.....	45
Figura 36. Plantillas del guardabarros delantero	46
Figura 37. Estructura de poliestireno del guardabarros delantero.....	46
Figura 38. Modelo final del guardabarros delantero	47
Figura 39. Grietas en el modelo del guardabarros y masilla aplicada	47
Figura 40. Modelo del cover de prueba	48
Figura 41. Molde del cover de prueba	49
Figura 42. Bolsa de vacío del cover de prueba.....	49
Figura 43. Cover de prueba terminado	50
Figura 44. Diseño nuevo del colín	50
Figura 45. Estructura de madera para la fabricación del cover	51
Figura 46. Modelo de la caja de baterías y cables de poliestireno	51
Figura 47. Capa verde del molde del cover	52
Figura 48. Cover de fibra de carbono.....	53
Figura 49. Hueco para la seta en el cover	53
Figura 50. Placa lateral de la quilla.....	54
Figura 51. Placas laterales de la quilla pegadas con espuma.....	54
Figura 52. Molde final de la quilla	55
Figura 53. Fibra de vidrio de la quilla	55
Figura 54. Parte delantera de la quilla	56
Figura 55. Quilla deformada en el proceso de pintura	56
Figura 56. Quilla arreglada con masilla antes de pintar la parte delantera.....	57
Figura 57. Nuevo diseño del guardabarros trasero.....	57
Figura 58. Modelo del guardabarros cubierto con masilla antes de lijar	58
Figura 59. Segundo intento guardabarros trasero.....	59
Figura 60. Guardabarros trasero	59
Figura 61. Triángulo lateral	60
Figura 62. Carenado interno para la prueba de lluvia.....	61
Figura 63. Colín sin tapa y con tapa	61
Figura 64. Cover del taller de pintura.....	65
Figura 65. Cover arreglado por el equipo	65
Figura 66. Resultado final moto pintada.....	66
Figura 67. Diseño del reparto de los patrocinadores.....	74
Figura 68. Dorsal con arrugas.....	76
Figura 69. Publicidad colocada.....	76

Figura 70. Soporte del frontal	79
Figura 71. Soporte del guardabarros delantero.....	79
Figura 72. Pletinas traseras del colín.....	80
Figura 73. Pletinas triangulares.....	80
Figura 74. Soporte delantero del cover.....	81
Figura 75. Prueba de lluvia	86
Figura 76. Prototipo del UMA RACING TEAM	89
Figura 77. Prototipos ganadores del MS2	91
Figura 78. Prototipo ganador de Best MotoStudent.....	91
Figura 79. Cover y colín de una sola pieza	94
Figura 80. Frontal metido hacia dentro	94
Figura 81. Prototipo de UPNA Racing en Motroland	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calendario de la competición	11
Tabla 2. Puntuación MS1.....	12
Tabla 3. Penalizaciones Test 1: Brake Test.....	13
Tabla 4. Puntuación MS2.....	15
Tabla 5. Miembros del equipo UPNA Racing	15
Tabla 6. Resultados del análisis aerodinámico.....	35
Tabla 7. Técnicas de fabricación.....	45
Tabla 8. Horas de trabajo por cada pieza.....	64
Tabla 9. Lista de patrocinadores del equipo	74
Tabla 10. Medidas de las pegatinas de los patrocinadores	75
Tabla 11. Cumplimiento de la normativa.....	78
Tabla 12. Presupuesto de materiales y piezas	83
Tabla13. Honorarios del proyecto.....	84
Tabla 14. Puntuación desglosada MS1.....	85
Tabla15. Puntuación Tests 1: Brake Test	87
Tabla 16. Puntuación Test 2: Gymkhana.....	88
Tabla 17. Puntuación Test 6: Pole Position	88
Tabla 18. Puntuación Test 7: Best Race Lap.....	89
Tabla 19. Puntuación Test 8: Final Race.....	90
Tabla 20. Puntuación MS2 del equipo UPNA Racing.....	90

BLOQUE I

1 CONSIDERACIONES PREVIAS

1.1 Introducción

1.1.1 Motostudent

MotoStudent es una competición internacional entre universidades de todo el mundo. Los equipos, formados por estudiantes, se enfrentan al desafío de diseñar y desarrollar una motocicleta de competición similar a la categoría mundialista de Moto3. La competición se divide en dos categorías:

-Petrol: La más antigua de las dos. Los prototipos son motocicletas impulsadas por motores de combustión.

-Electric: Los prototipos se impulsan con un motor eléctrico. Esta categoría va cogiendo más peso, hasta el punto que en su tercera edición desde que comenzó ha tenido más equipos inscritos que en la categoría petrol. En esta edición participaron en esta categoría **44 equipos**.

Debido a la pandemia del COVID-19, el calendario oficial fue modificado. Se dieron más plazos para las entregas y el evento final pasó de celebrarse en octubre de 2020 tal y como estaba estipulado cuando se realizaron las inscripciones, a julio de 2021. El calendario final quedó de la siguiente forma:

Period	DATE Start End	2019												2020												2021													
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
Team Registration	28/01/2019 30/04/2019																																						
MS1 Delivery 1: Chapter A – Concept development	01/10/2019 31/10/2019																																						
MS1 Special Milestone 1: Electric Scheme	01/11/2019 30/11/2019																																						
Admin Milestone 1: Team members	01/12/2019 31/12/2019																																						
MS1 Special Milestone 2: Battery Pack spec	01/02/2020 29/02/2020																																						
MS1 Delivery 2: Chapter B – Product design	01/03/2020 30/04/2020																																						
MS1 Special Milestone 3: Battery Pack assembly	01/05/2020 31/10/2020																																						
MS1 Delivery 3: Chapter D – Innovation	01/07/2020 31/10/2020																																						
MS1 Delivery 4: Chapter E – Business Plan	01/07/2020 31/10/2020																																						
MS1 Special Milestone 4: Electric Powertrain Test	01/07/2020 31/05/2021																																						
MS1 Delivery 5: Chapter C – Prototyping and testing	01/08/2020 31/05/2021																																						
MS1 Delivery 6: MS1 presentations	01/05/2021 31/05/2021																																						
Admin Milestone 2: Data Accreditations	01/05/2021 31/05/2021																																						
Admin Milestone 3: Rider Data	15/05/2021 31/05/2021																																						
MS1 Virtual Finals Presentations	15/05/2021 31/05/2021																																						
Final Event	15/07/2021 18/07/2021																																						

Tabla 1. Calendario de la competición

La competición consta de **dos fases**. La primera, la **Fase MS1**, refleja la evolución del proyecto por parte de cada equipo durante el desarrollo de la competición. En ella, cada equipo presenta al jurado el proceso de diseño y desarrollo del prototipo en diferentes entregas, y un proyecto teórico de creación de un equipo de carreras.

Las entregas que se deben realizar son las siguientes:

- **Chapter A. Concept developmnet:** En esta entrega se debe exponer, por un lado, cómo se va a comportar el prototipo, y por otro, bajo que restricciones y requisitos va a ser diseñado.
- **Chapter B. Product design:** En esta entrega se debe asegurar la integridad estructural de los diferentes componentes del prototipo bajo los esfuerzos planteados en el Chapter A.
- **Chapter C. Prototyping and testing:** En esta entrega se debe reflejar el grado de correlación de las simulaciones, diseños y cálculos reflejados en los Chapter A y Chapter B con las condiciones de funcionamiento real del prototipo. El objetivo de esta entrega es el de poder tener en pista un prototipo competitivo y funcional.
- **Chapter D. Innovation:** Uno de los requisitos es que todos los prototipos debían tener una innovación. El objetivo de esta entrega es el de evaluar la capacidad de creatividad y entrega por parte de los equipos de MotoStudent, y sobre todo desde el aspecto formal que la innovación representa. Se debe evaluar la viabilidad técnica de la fabricación de la innovación planteada.
- **Chapter E. Business plan:** En esta entrega se debe trabajar sobre el supuesto de la creación de un equipo de carreras que participará en un campeonato ficticio, el MotoStudent World Series, con el prototipo llevado a cabo en la VI Edición de la Competición Internacional MotoStudent. Esta competición ficticia consta de 6 carreras en EEUU, Argentina, China, India, Italia y España.

Esta primera fase será evaluada sobre un total de 500 puntos, distribuidos de la siguiente manera:

Entregas previas	Puntuación
A. Concept development	50
B. Product design	75
C. Prototyping and testing	75
D. Innovation	100
E. Business plan	100
Presentaciones Evento Final	Puntuación
MotoStudent Pitch	60
MS1 Finals	40
TOTAL	500

Tabla 2. Puntuación MS1

La segunda, la **Fase MS2**, consiste en diferentes pruebas en las que se evalúan las prestaciones del prototipo, terminando con una carrera entre todos los prototipos. Para esta fase se debe contar con un piloto federado. Esta segunda fase se celebra en el circuito de Motorland (Aragón). Esta segunda fase consta de diferentes pruebas

dinámicas preparadas para demostrar y evaluar el comportamiento y prestaciones de los prototipos. Las pruebas son las siguientes:

- **Test 1: Brake Test:** La prueba de frenado consiste en una evaluación de la distancia necesaria para detener el prototipo por completo a partir de una velocidad mínima de 80km/hora.



Figura 1. Descripción gráfica del Test 1: Brake Test

En caso de no alcanzar los 80km/h, se aplica una penalización que se añade a la distancia de frenada.

Velocidad (km/h)	Penalización
79	+ 4 m
78	+ 6 m
77	+ 8 m
76	+ 10 m
75	+ 12 m
70-74	+ 20 m
<70	Medición nula

Tabla 3. Penalizaciones Test 1: Brake Test

- **Test 2: Gymkhana:** La segunda prueba consiste en una pequeña gymkhana cronometrada.

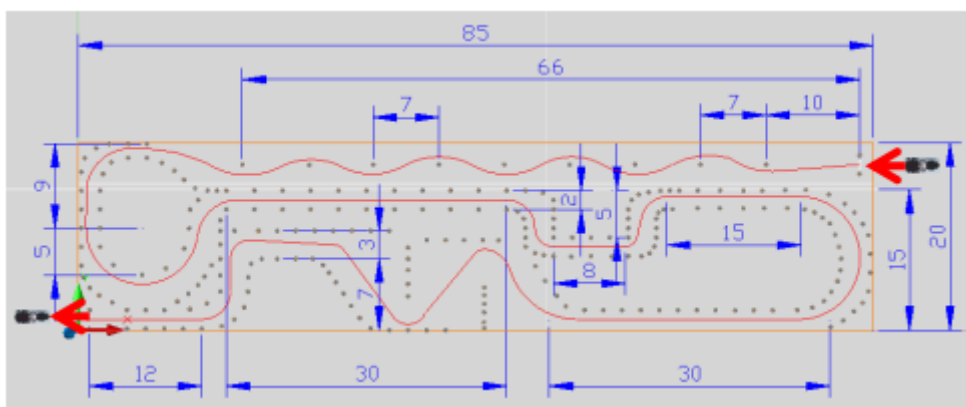




Figura 2. Descripción gráfica del Test 2: Gymkhana

- **Test 3: Acceleration:** En esta prueba se mide la aceleración máxima de cada prototipo desde parado en una recta de 150m.



Figura 3. Descripción gráfica del Test 3: Acceleration

- **Test 4: V_{\max} in Speed Trap:** Esta prueba consiste en obtener la máxima velocidad en un punto determinado del Circuito durante la sesión "Free Practice 1".
- **Test 5: Regularity:** En esta prueba se debe conseguir la mayor regularidad de tiempos en un sector determinado del Circuito, tomando como referencia 3 vueltas diferentes dentro de la sesión "Free Practice 2".
- **Test 6: Pole Position:** Esta prueba consiste en obtener el tiempo más rápido en dar una vuelta al circuito de velocidad durante la sesión "Qualifying".
- **Test 7: Best Race Lap:** Durante la sesión "Race" se evalúa la prueba de vuelta rápida en carrera.
- **Test 8: Race Result:** El resultado final de carrera a 6 vueltas (sesión "Race") determina la puntuación de esta prueba.

Las puntuaciones se distribuyen de la siguiente manera:

Sesión	Prueba	Puntuación
Round 1 / Round 2	Test 1: Brake Test	60
	Test 2: Gymkhana	100
	Test 3: Acceleration	60
Free Practice 1	Test 4: V_{max} in speed trap	30
Free Practice 2	Test 5: Regularity	30
Warm Up	-	-
Qualifying	Test 6: Pole Position	40
Pre-Final*	-	-
Race	Test 7: Best Race Lap	30
	Test 8: Race Result	150
Total		500

Tabla 4. Puntuación MS2

1.1.2 Equipo UPNAracing

Esta edición fue la primera en la que el equipo de la Universidad Pública de Navarra participó en la modalidad **“Electric”**. Se inscribió en la edición pasada pero no pudo participar. Por otro lado, en ediciones anteriores participó en la modalidad **“Petrol”**, destacando la participación en la primera edición en la que ganó en la categoría de **“Mejor proyecto industrial”**.

Actualmente el equipo está formado por **14 integrantes**:

NOMBRE Y APELLIDOS	DEPARTAMENTO	TITULACIÓN
Rafael Barrio Huarte	Team Leader	Ing. Mecánica
Andrea Moreira Padrao	Administración (Líder)	Ing. Tecn. Industriales
Juan Chuliá	Mecánica (Líder)	Máster Ing. Industrial
Iker Urquijo Recalde	Eléctrica (Líder)	Ing. Eléctrica
Alejandro Echandi Minguez	Electrónica (Líder)	Ing. Eléctrica
Iñigo Lizarralde Gilcuartero	Mecánica	Ing. Mecánica
Luis Mendivil Ayerbe	Mecánica	Ing. Tecn. Industriales
Álvaro Zubiaur Urdanoz	Mecánica	Ing. Mecánica
Fermín Eguidazu Cuartero	Mecánica	Máster Ing. Industrial
Borja Sáenz Idoate	Mecánica	Máster Ing. Industrial
Javier Iribarren López	Eléctrica	Ing. Tecn. Industriales
Iñaki Ojer Palacios	Eléctrica	Ing. Eléctrica
Miguel Ángel Sánchez Sánchez	Electrónica	Ing. Telecomunicaciones

Tabla 5. Miembros del equipo UPNA Racing

El profesor responsable del equipo es José Sancho.

El piloto para la Fase MS2 es Alex Ruiz, campeón de España de Supermoto Road 450.

1.2 Carenado de una moto

1.2.1 Componentes

Un carenado de una motocicleta de competición tiene los siguientes componentes:

- **Frontal y quilla:** Generalmente separados en dos piezas distintas, el frontal también incluye la cúpula por la que el piloto puede ver cuando está en posición de máxima velocidad. El frontal sirve para proteger al piloto y otorga la mínima resistencia aerodinámica cuando este está en posición de máxima velocidad.



Figura 4. Vista carenado Moto 3

- **Colín:** Puede ir separado del asiento, aunque por lo general es una única pieza. Este sirve para que el piloto pueda sentarse. Se apoya sobre el subchasis y también tiene un acabado aerodinámico.



Figura 5. Imagen colín Moto GP

- **Depósito:** En una moto de combustión, sirve para almacenar el combustible de la moto. Por otro lado, es más ancho al principio y se va estrechando al final, proporcionando agarre a las piernas del piloto.



Figura 6. Imagen depósito Moto GP

- **Guardabarros:** Existen guardabarros delantero y trasero. Su función es la de proteger de cualquier salpicadura de la rueda hacia el resto de la moto.



Figura 7. Guardabarros delantero y trasero Moto GP

1.2.2 Aerodinámica de una motocicleta

Antes de realizar un análisis de la aerodinámica de una motocicleta, es interesante repasar unos conceptos sobre aerodinámica general.

El **coeficiente de sustentación (cz)** es un parámetro adimensional que mide la fuerza de sustentación, generada cuando un cuerpo se desplaza a través de un fluido. La fuerza se ejerce en dirección perpendicular al fluido, y por lo tanto a la marcha. En vehículos de competición, se busca que esta sea negativa para poder tener más agarre en el paso de curva y así tener más velocidad. Para conseguirlo, se suelen utilizar alerones.

El **coeficiente aerodinámico (cx)** es un parámetro adimensional que indica la resistencia de cualquier cuerpo al viento. Cuanto mayor es este coeficiente, mayor es la fuerza

opuesta al movimiento que sufre este cuerpo cuando se desplaza a través del aire. A esta fuerza se lo conoce como **resistencia aerodinámica**. La fuerza aparece debido a una diferencia de presiones entre la parte delantera y la parte trasera del cuerpo.

La resistencia aerodinámica depende por un lado de la **forma del cuerpo** y por otro, de las **turbulencias** que genere. Por este segundo motivo, el c_x de las motocicletas es más alto que la de otros vehículos, como coches o camiones. Al estar más descubierta, una motocicleta tiene más elementos móviles descubiertos que puedan generar turbulencias. Uno de los elementos más críticos son las propias ruedas. Por ello, antiguamente, se creaban motocicletas con las ruedas cubiertas, pero estas fueron prohibidas por la FIM.



Figura 8. Imagen motocicleta Garelli Sport 50

En cuanto a la forma, cuanto mayor sea el área frontal del prototipo, mayor será la resistencia aerodinámica. Por ello, cuando el piloto está en una recta y busca alcanzar la velocidad máxima, este se cubre con la cúpula, reduciendo al máximo el área frontal del conjunto motocicleta-piloto. Y la propia forma del prototipo también influye en las turbulencias generadas.

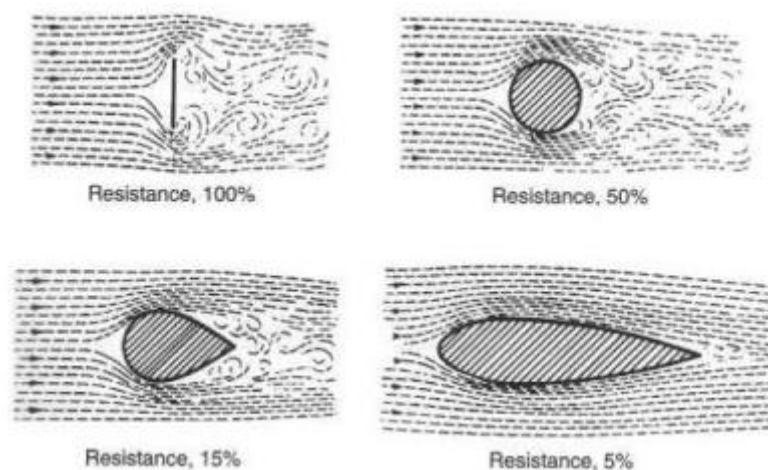


Figura 9. Perfiles aerodinámicos

Viendo la imagen anterior, se puede observar que, como es lógico, una forma totalmente perpendicular a la dirección de la marcha tiene la máxima resistencia aerodinámica, mientras que una forma de **lágrima larga y fina** es muy eficiente aerodinámicamente.

Por todo ello, el objetivo es diseñar un carenado con forma de lágrima, con el área frontal lo más pequeña posible y que intente cubrir todos los elementos móviles y pequeños orificios que puedan provocar turbulencias. Cabe destacar que las turbulencias no sólo disminuyen el rendimiento de la motocicleta, si no que resultan incómodas para el piloto, por lo que es muy importante que no se generen en la zona del piloto.

2 NORMATIVA MOTOSTUDENT 2019/2020

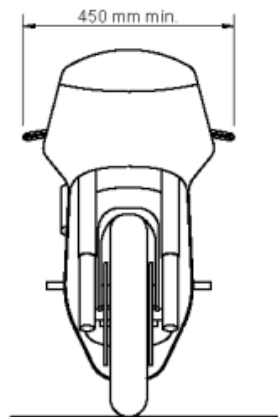
A continuación, se expone la normativa seguida a la hora de diseñar, fabricar y adaptar los siguientes componentes del carenado. Se han tenido en cuenta dos artículos diferentes; el Artículo 2, sobre los criterios generales de diseño, y el Artículo 4, sobre el carenado. Ambos artículos se encuentran en la Sección B del reglamento. Del Artículo 2, sólo se indican los puntos que afectan al diseño del carenado.

ARTÍCULO 2: REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO

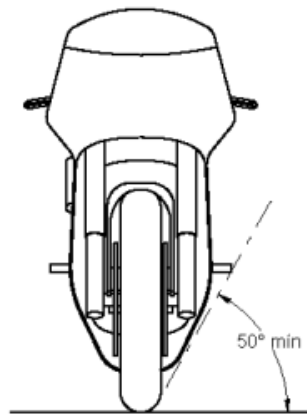
B.2.1 Dimensiones

Las dimensiones del prototipo son libres exceptuando los requisitos básicos expuestos a continuación.

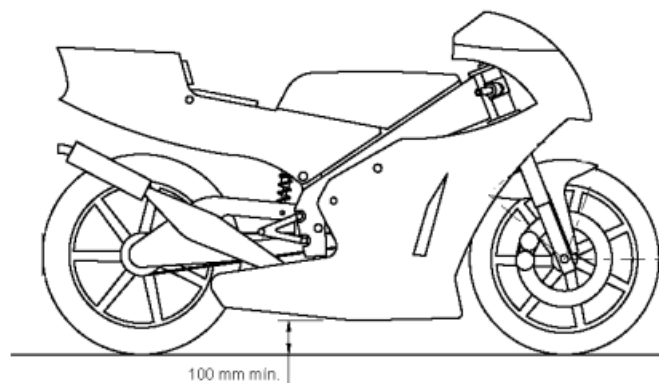
B.2.1.1 La anchura mínima entre los extremos de los semimanillares debe ser de 450mm.



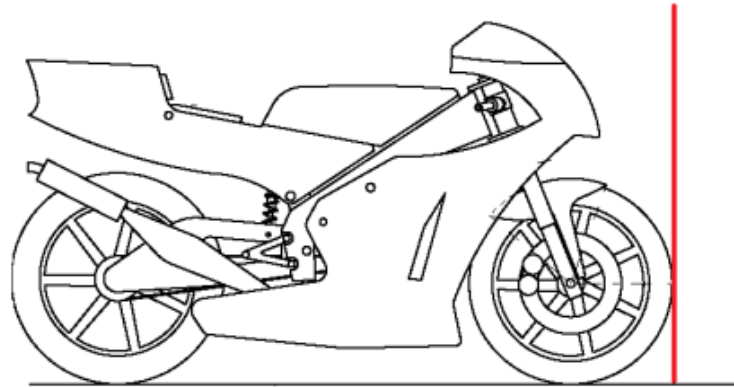
B.2.1.2 El ángulo mínimo de inclinación lateral del prototipo sin que ningún elemento del mismo (exceptuando los neumáticos) toque el pavimento debe ser 50º. Dicha medición se realizará con el prototipo descargado (es decir, sin piloto) pero con todo el equipamiento y líquidos para su funcionamiento.



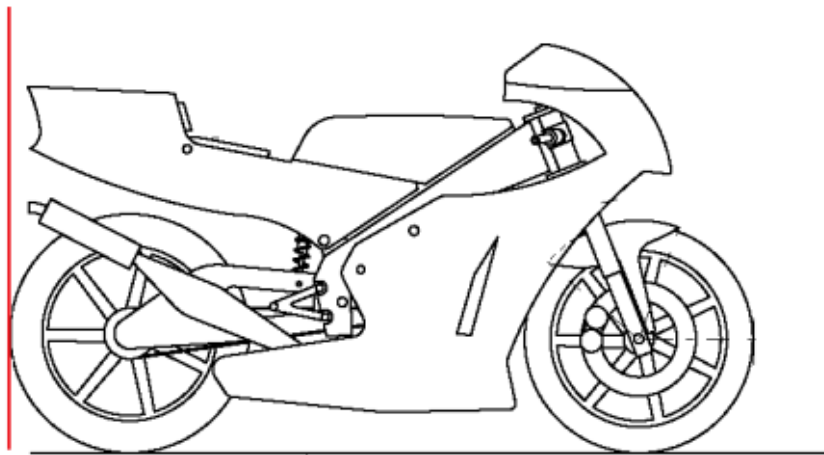
B.2.1.3 La distancia libre al pavimento con el prototipo en posición vertical ha de ser de un mínimo de 100mm en situación de reposo. Esta medición se realizará con el prototipo descargado (es decir, sin piloto), pero con todo el equipamiento y líquidos para su funcionamiento.



B.2.1.4 Límite frontal: Ningún elemento del prototipo podrá sobrepasar la vertical frontal trazada tangencialmente a la circunferencia exterior del neumático delantero.

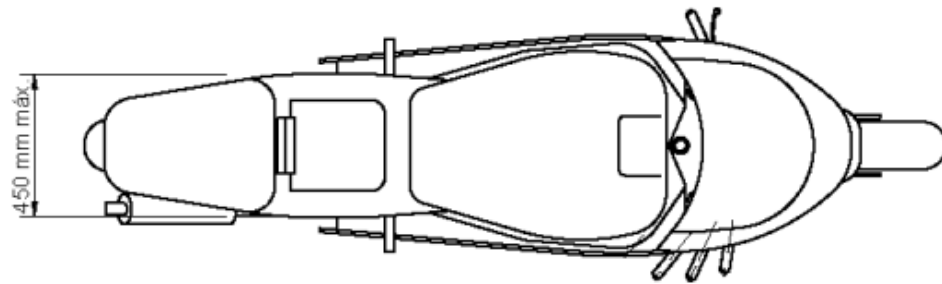


B.2.1.5 Límite posterior: Ningún elemento del prototipo podrá rebasar la línea tangente vertical trazada a la circunferencia exterior del neumático trasero.

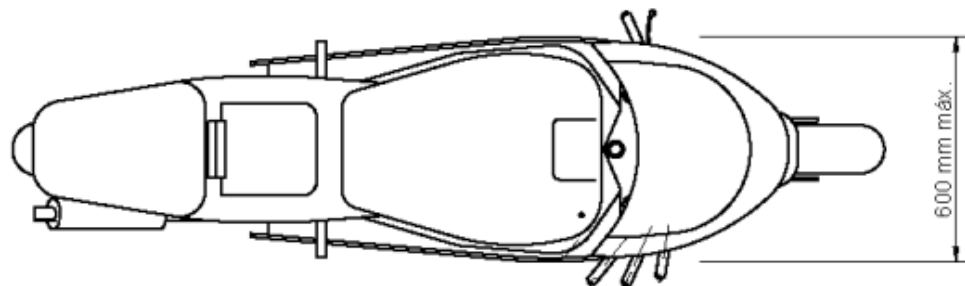


B.2.1.6 La banda de rodadura de los neumáticos deberá presentar una distancia libre mínima de 15mm a lo largo de toda su superficie a cualquier elemento del prototipo, en cualquier posición del mismo y para cualquier reglaje de geometrías.

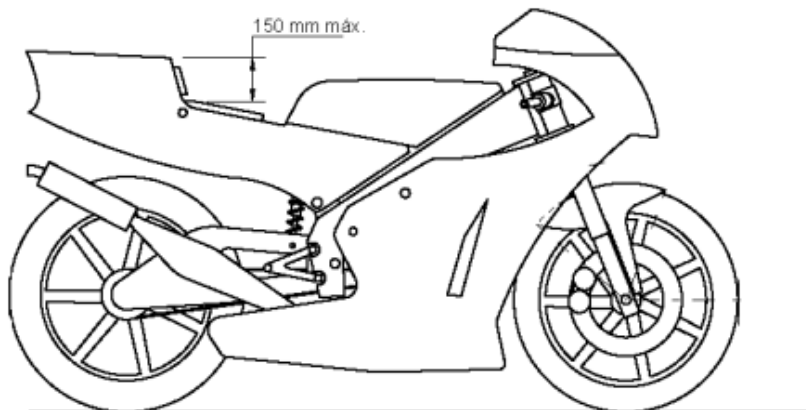
B.2.1.7 La anchura máxima del asiento no debe rebasar los 450mm. No podrá sobresalir de esa anchura ningún otro elemento del prototipo del asiento hacia detrás, excepto el sistema de escape para motos de la categoría "MotoStudent Petrol".



B.2.1.8 La anchura máxima del carenado será de 600mm.



B.2.1.9 Entre la altura del asiento y la parte más elevada del colín la cota máxima será de 150mm.



ARTÍCULO 4: CARENADO

B.4.1 Requisitos generales

B.4.1.1 Todos los bordes y acabados del carenado han de ser redondeados. Radio mínimo 1mm.

B.4.1.2 El carenado no podrá cubrir lateralmente al piloto a excepción de los antebrazos (esta excepción solamente aplica en posición de mínima resistencia aerodinámica del piloto).

B.4.1.3 No hay restricciones en cuanto al material de fabricación del carenado.

B.4.1.4 Se permite la instalación de alerones, siempre que no se excedan las dimensiones máximas descritas en el presente Reglamento y estén correctamente anclados al carenado. En el caso de alerones el radio mínimo de sus terminaciones será de 2,5 mm. No se permite la instalación de alerones u otros elementos aerodinámicos móviles. En caso de duda sobre la seguridad en pista por el diseño o instalación de alerones u otros elementos aerodinámicos, la decisión del Cuerpo Técnico de la Organización será inapelable.

B.4.2 Carenado inferior

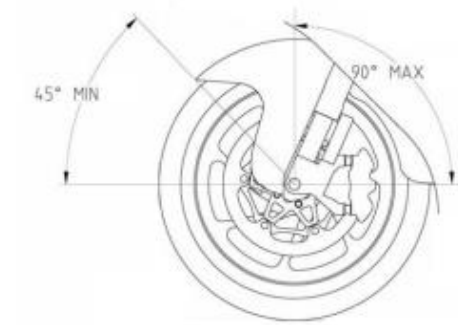
B.4.2.1 El carenado inferior o quilla debe estar fabricado para contener, en caso de incidente, al menos 2,5 litros de material líquido.

B.4.2.2 El carenado inferior o quilla deberá incluir un agujero de 25mm de diámetro, situado en el punto más bajo del mismo. Este agujero debe permanecer cerrado mediante un tapón en caso de pista seca y debe abrirse únicamente en caso de lluvia. ~~Este tapón deberá ir sujeto con alambre precintado para evitar su desprendimiento sobre la pista en caso de fallo de cierre.~~

B.4.3 Guardabarros

B.4.3.1 Es obligatoria la instalación de guardabarros delantero y trasero.

B.4.3.2 El guardabarros delantero no podrá cubrir más de 135 % de la circunferencia del neumático medido desde la parte posterior del neumático con origen del ángulo en la horizontal del eje de rueda. Las zonas de anclaje de guardabarros a la horquilla delantera, las cubiertas de horquilla o las de discos de freno podrán exceder dicha restricción.



B.4.3.3 La llanta posterior no se podrá cubrir en más de 180°.

B.4.4 Protección frente al atrapamiento.

B.4.4.1 Si por su diseño, el basculante no cubre la zona inferior de la cadena o correa de transmisión, se deberá instalar un protector que prevenga atrapamientos entre el recorrido inferior de la cadena o correa y la corona de transmisión.

Transcripción de la normativa oficial de MotoStudent.

La línea del artículo B.4.2.2 en rojo y tachada hace referencia a una modificación que se dio en el reglamento en su versión de junio de 2021 con respecto al reglamento original de 2019.

3 DISEÑO DEL CARENADO

3.1 Requisitos del diseño

A la hora de realizar el diseño del carenado, se siguieron una serie de requisitos para seguir a lo largo del proceso:

- **Ergonómico:** El primer requisito que nos pusimos a la hora de diseñar el carenado fue el ergonómico. El prototipo debe ser lo más cómodo posible para el piloto. Uno de los objetivos es el de diseñar para un piloto de tamaño estándar, de tal forma que resulte cómodo para el piloto. Del mismo modo, el carenado debe servir de protección última en caso de fallo eléctrico, por lo que debe impedir que el piloto pueda tener contacto directo con el circuito de alta tensión. Finalmente, el diseño debe permitir una cómoda conducción, otorgando estabilidad y seguridad al piloto.
- **Aerodinámicos:** El segundo requisito es que debe reducir al máximo la resistencia con el aire. Para ello, deberá buscarse una forma de lágrima y se deberá reducir la superficie frontal al máximo. Por otro lado, deberá diseñarse para que pueda refrigerar al máximo tanto el motor como la caja de baterías. Finalmente, se tendrá que tener cuidado en que no se generen turbulencias.
- **Fabricación:** Otro requisito de diseño es la fabricación del propio carenado. A la hora de diseñar, habrá que ir pensando a la vez las diferentes alternativas de fabricación, siendo conscientes de los medios disponibles de los que dispone el equipo, y que la fabricación deberá ser la más económica posible.
- **Estética:** Se debe diseñar el carenado teniendo en cuenta la estética habitual de las motocicletas de esta categoría, de tal forma que no se genere un rechazo al verlo. Por otro lado, debe ser acorde al resto de componentes del prototipo en cuanto a tamaño, buscando un diseño de moto de competición. Finalmente se debe tener en cuenta la identificación y publicidad que más adelante habrá que incluir, dejando un espacio suficiente para ellas.

3.2 Diseño en Solidworks

Con todos los requisitos de diseño claros, se comenzó a realizar un primer diseño en el programa Solidworks. Al principio, el proceso fue lento, ya que ninguno de los dos encargados de realizar el diseño habíamos trabajado nunca con este programa. Todas las piezas se realizaron utilizando la función de "Superficies".

3.2.1 Guardabarros delantero

Primero se realizó un modelo de la rueda delantera con sus medidas reales, para poder hacer sobre éste el diseño del guardabarros.



Figura 10. Comienzo diseño guardabarros delantero

Conocidas las medidas que debía tener el guardabarros, se dibujaron, utilizando la opción “Croquis 3D”, las líneas sobre las que iría la superficie. Comenzamos con las líneas más importantes, del contorno y la que lo atraviesa desde la base hasta el eje de simetría, y a continuación se añadieron las líneas horizontales para terminar de darle la forma deseada.

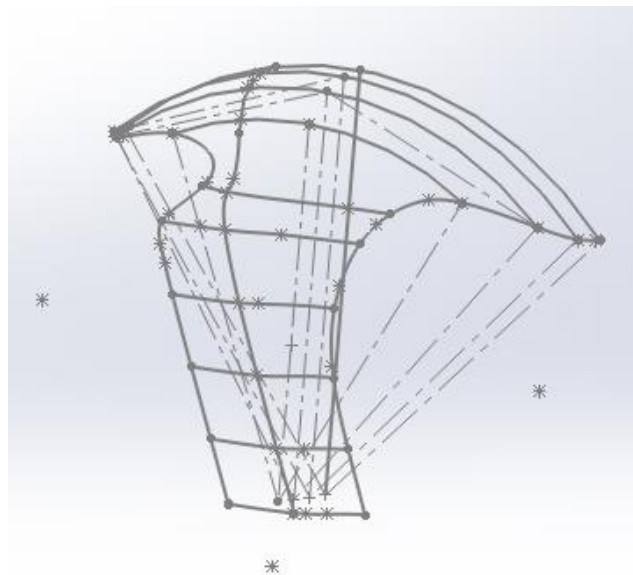


Figura 11. Croquis 3D del diseño del guardabarros delantero

Finalmente, utilizando la opción de *Recubrir superficie*, apoyándonos en los croquis y dándole un espesor de 3mm, creamos el guardabarros delantero.



Figura 12. Diseño final guardabarros delantero

3.2.2 Frontal y quilla

A la hora de diseñar el frontal y la quilla, se hizo como una misma pieza. Se comenzó diseñando igual que el guardabarros, partiendo de los croquis 3D.

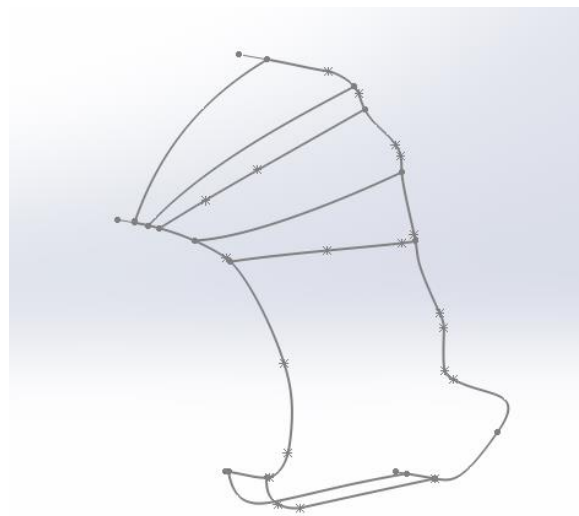


Figura 13. Croquis 3D del diseño del frontal y quilla

Una vez creada la superficie, igual que con el guardabarros, se recortó ligeramente el contorno para darle la forma deseada a la pieza.



Figura 14. Proceso de diseño del frontal y quilla

Finalmente, hubo que recortar el hueco para la cúpula, incluirla y añadirle el espesor de 3mm.



Figura 15. Diseño final del frontal, quilla y cúpula

3.2.3 Cover

Las primeras líneas del croquis del cover se hicieron sobre el diseño de la caja de baterías para poder ajustar su tamaño, y a continuación se siguieron los mismos pasos que en las piezas anteriores.

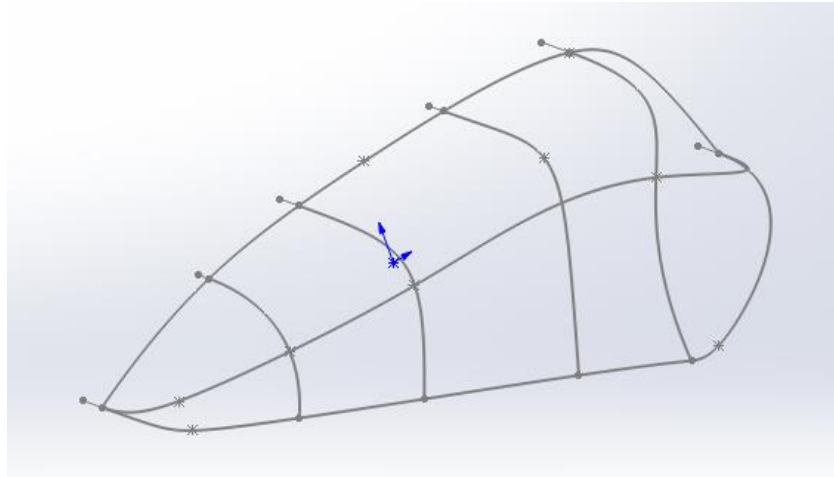


Figura 16. Croquis 3D del diseño del cover

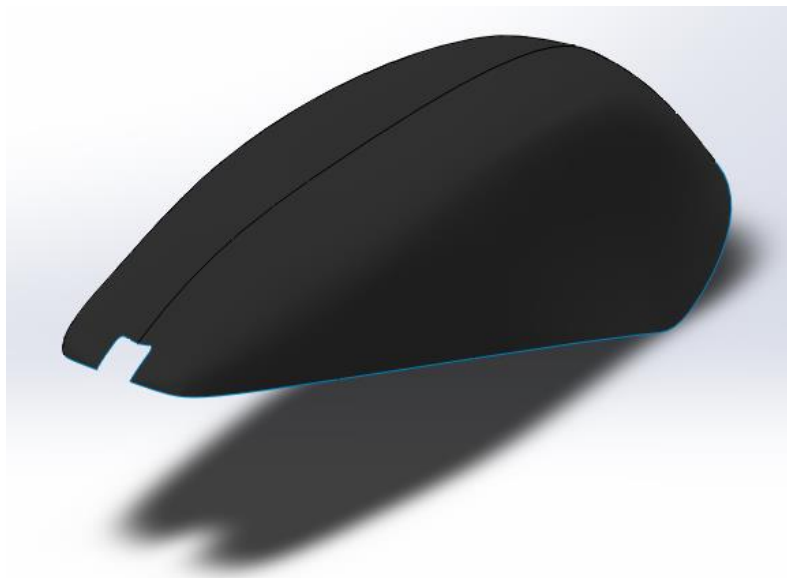


Figura 17. Diseño final del cover

3.2.4 Colín

Esta pieza se diseñó siguiendo el mismo método de las piezas anteriores, realizando primero el croquis 3D y luego cubriéndolo mediante “recubrir superficies”.

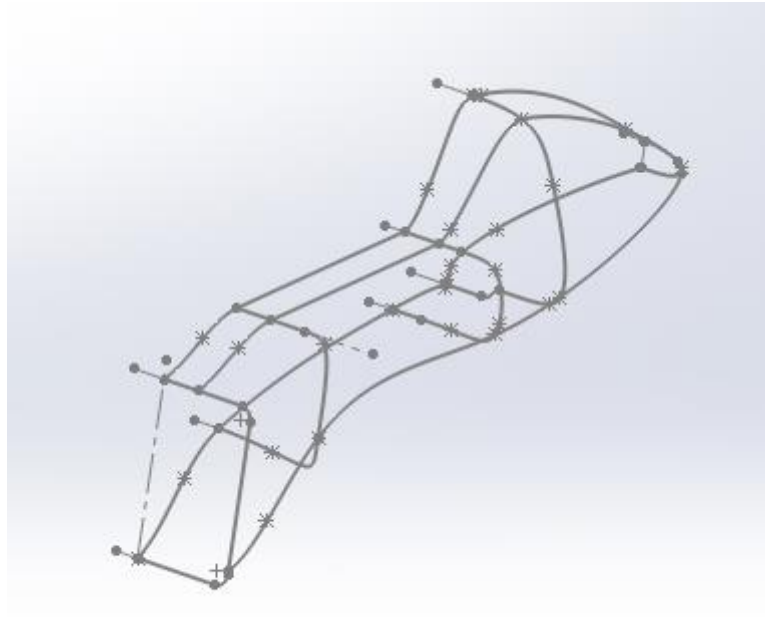


Figura 18. Croquis 3D del diseño del colín

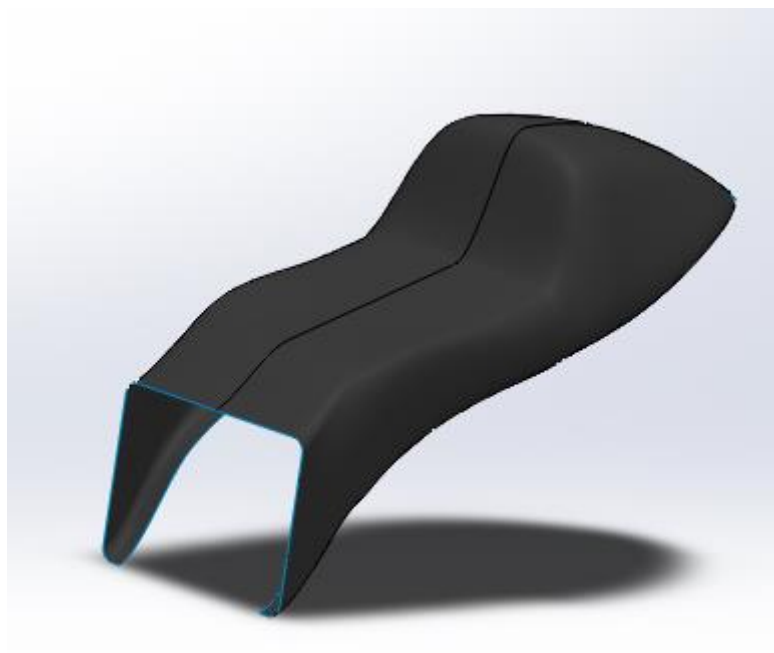


Figura 19. Diseño final del colín

3.2.5 Guardabarros trasero

Igual que como se realizó el guardabarros delantero, para el trasero se utilizó como referencia la rueda delantera, para cumplir así con todas sus restricciones. Una vez terminado el croquis 3d, se creó la superficie y se recortó para poder darle la forma deseada.

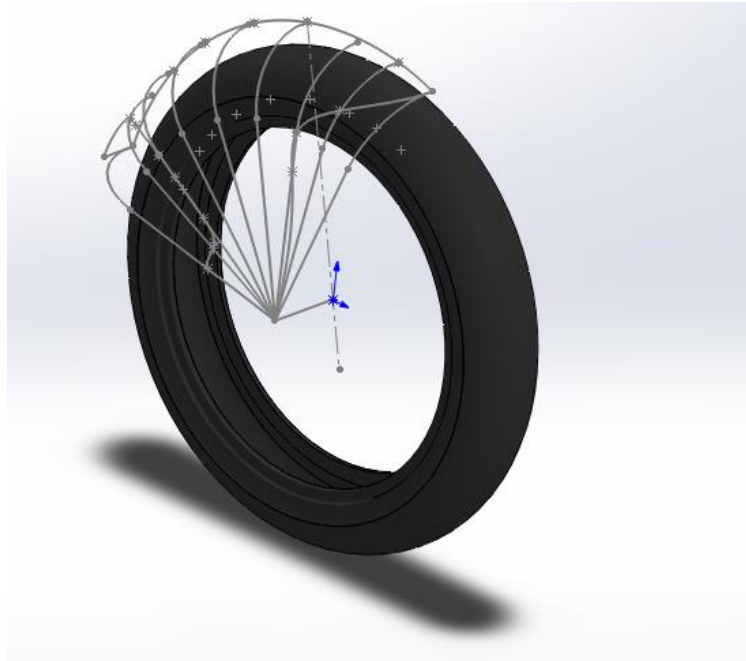


Figura 20. Croquis 3D del diseño del guardabarros trasero

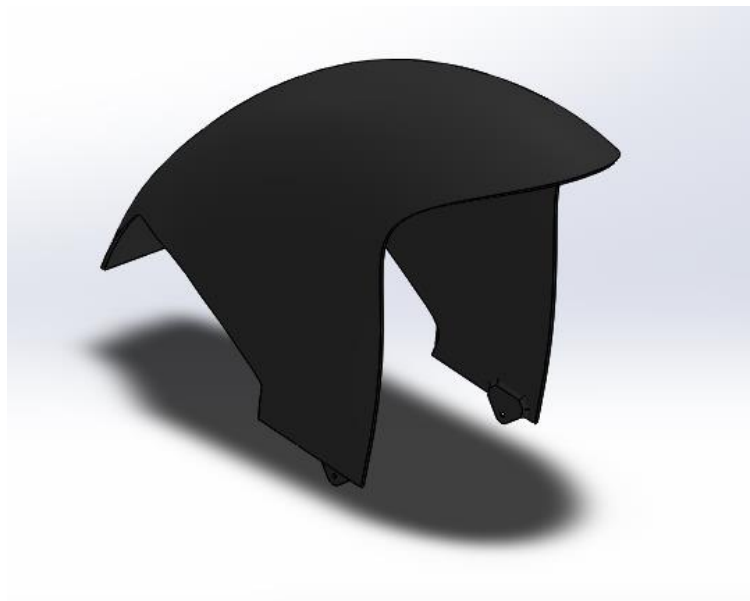


Figura 21. Diseño final del guardabarros trasero

3.2.6 Carenado completo

De esta forma, con todas las piezas preparadas, el primer diseño del carenado fue el siguiente.

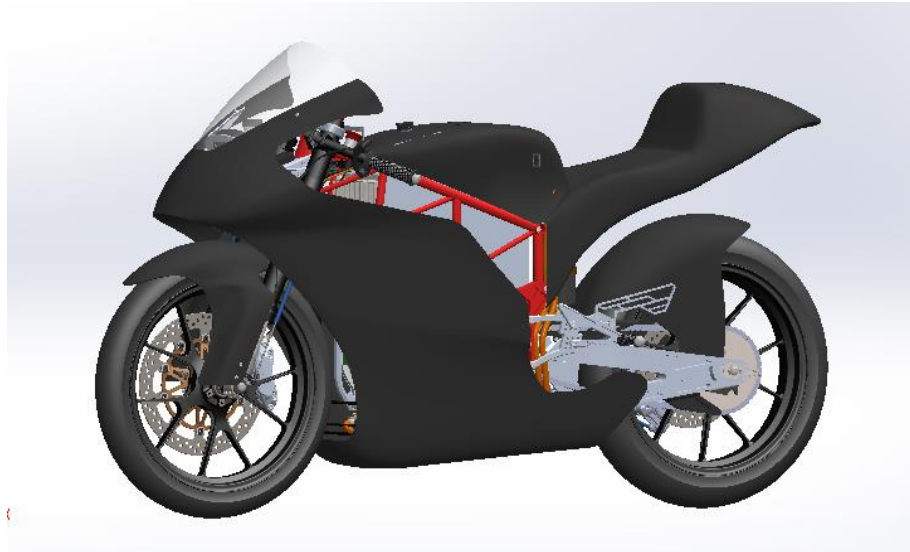


Figura 22. Vista lateral del diseño completo del carenado



Figura 23. Vista frontal del diseño completo del carenado

3.3 Estudio aerodinámico del diseño

Se realizó un estudio aerodinámico del prototipo para poder comprobar las prestaciones del primer diseño. Para la simulación de CFD se utilizaron los siguientes parámetros:

- Software empleado: SimScale, sobre OpenFoam.
- Modelo de resolución: Incompresible, estacionario, con algoritmo SIMPLE y modelo de turbulencia de dos ecuaciones k-omega SST.
- Mallado de 4.8M de celdas.
- Tipo de malla: Hex-dominant parametric, con tres refinamientos y adición de capa límite tanto en la moto como en el suelo en desplazamiento.
- Aire a 1,198 kg/m³ y viscosidad cinemática de 1,529 e-5 m²/s.
- Velocidad de entrada y suelo en desplazamiento constante a $U_x = 30$ m/s.
- Ruedas en rotación acorde a sus respectivos diámetros.
- Tiempo total de simulación a 50000 segundos con 32 núcleos de procesamiento.
- Área frontal de referencia para el cálculo de coeficientes y momentos: 0,5 m².

En la simulación se midieron los siguientes parámetros:

- **Momento de cabeceo:** Este resulta de multiplicar la fuerza de sustentación de un cuerpo por la distancia que hay entre el punto de aplicación de esta fuerza con el centro de gravedad. Es interesante que este momento sea positivo ya que se equilibra mejor el vehículo.
- **Coeficiente de arrastre:** Este término está directamente relacionado con la resistencia aerodinámica explicada anteriormente. Cuanto más bajo sea este coeficiente, mejor será la aerodinámica de la moto. Como se dijo, este coeficiente suele ser muy malo en motocicletas. En las de carreras, como Moto GP, nunca baja de 0,4.
- **Coeficiente de sustentación:** Explicado anteriormente, se recuerda que este coeficiente mide la fuerza de sustentación, generada cuando un cuerpo se desplaza a través de un fluido. La fuerza se ejerce en dirección perpendicular a la dirección de la marcha del vehículo.

Una vez realizada la simulación, se obtuvieron los siguientes resultados:

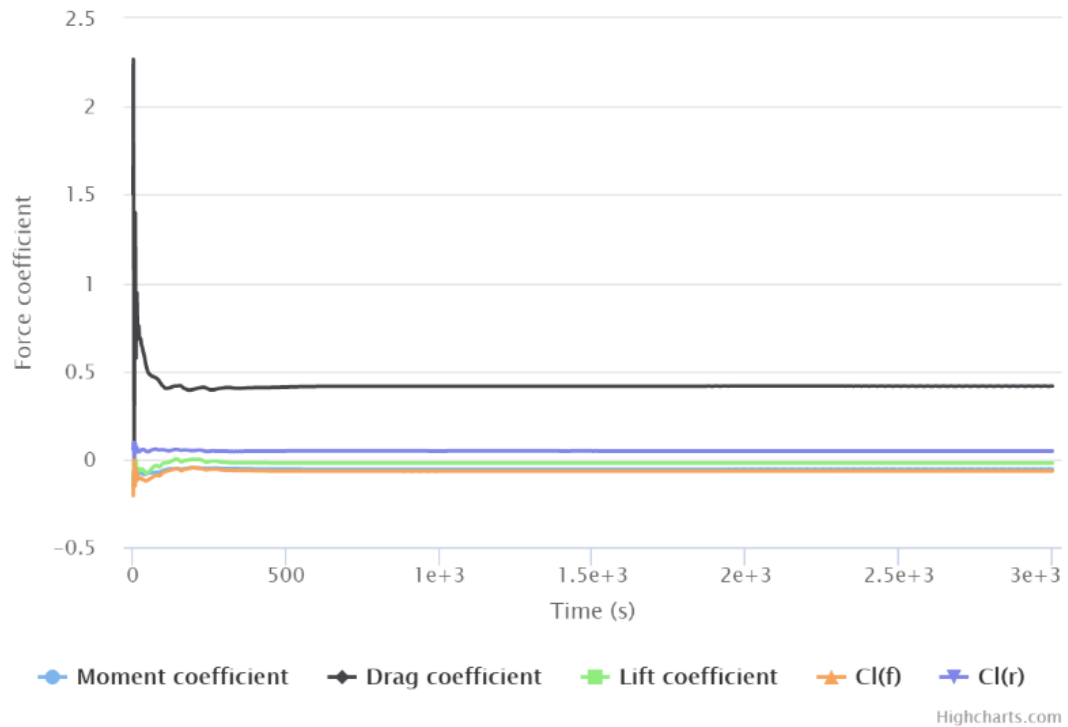


Figura 24. Resultado análisis aerodinámico

Moment coefficient	Drag coefficient	Lift coefficient
0,0455	0,413	-0,0226

Tabla 6. Resultados del análisis aerodinámica

Analizando los resultados, se observa que se da un **momento de cabeceo (moment coefficient)** positivo que, aunque sea muy bajo, ayuda a equilibrar ligeramente el reparto de pesos. Respecto al **coeficiente de arrastre (drag coefficient)**, consideraremos aceptable el valor obtenido. Éste hubiese sido mejor incluso si no hubiésemos tomado la simplificación de considerar la zona de refrigeración como una superficie de pared en lugar de como un material poroso. Finalmente tenemos un **coeficiente de sustentación (lift coefficient)** negativo, y aunque sea muy pequeño y prácticamente depreciable, es muy satisfactorio ya que este valor es difícilmente alcanzable en motos.

En general, se han dado los datos por válidos ya que han alcanzado una buena convergencia con un error residual por debajo de 10^{-4} .

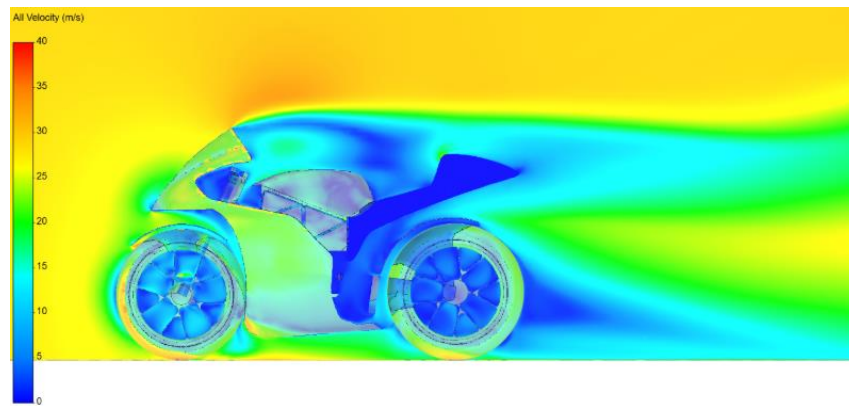


Figura 25. Velocidad del flujo de aire

En la anterior imagen se puede apreciar como varía la velocidad del flujo de aire cuando atraviesa el perfil de la moto. Cuando el aire atraviesa la cúpula, se da una zona cuya velocidad es prácticamente cero, y que coincide con la posición más aerodinámica del piloto. Por ello, podemos considerar que el piloto estará bien resguardado y por tanto tendrá una mayor comodidad en la conducción, además de que no provocará un aumento considerable en el coeficiente de arrastre cuando se encuentre en una recta.

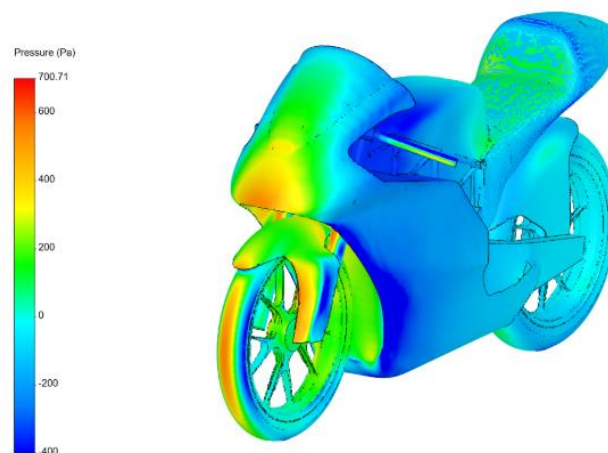


Figura 26. Distribución de presiones del análisis aerodinámico

Por otro lado, analizando las presiones sobre la moto se observa en la imagen que la mayor presión que va a sufrir es de aproximadamente 500 Pa sobre la presión en reposo. Se dará en las zonas donde la velocidad del aire sea menor, que coincidirá con las zonas del frontal donde el aire choca con la moto de forma perpendicular. La presión relativa en la zona del piloto es de 0 Pa (presión atmosférica en calma), por lo que el piloto no sufrirá ninguna presión.

En esta imagen también podemos apreciar la efectividad del guardabarros delantero, que extrae el flujo incidente de la rueda delantera. Esto contribuye a lograr un centro de gravedad bajo.

4 FABRICACIÓN DEL CARENADO

4.1 Introducción

Una vez se tuvo el diseño preparado y habiendo visto que era aerodinámicamente eficiente, se pasó a la fabricación de cada pieza. El proceso elegido para fabricar cada pieza varió dependiendo del tamaño o las posibles dificultades a la hora de fabricar el molde. Por otro lado, hubo algunas piezas que se fabricaron partiendo de una pieza del carenado anterior, de ediciones anteriores, ya que era una forma de reciclar ahorrando tiempo, dinero, y asegurando cierta simetría.

4.2 Carenado edición anterior

A continuación, se muestran las diferentes piezas que se tenían de ediciones anteriores.

El frontal se corresponde a uno de una moto comercial, la **Honda RS125**, que fue modificado en anteriores ediciones.

La quilla también se corresponde al mismo modelo. Sin embargo, como se trata de una motocicleta de combustión, la quilla original era mucho más estrecha de la que se necesitaba, por lo que fue dividida en 2 partes diferentes.

El colín también es de la Honda RS125.



Figura 27. Carenado completo de la Honda RS125

4.3 Materiales utilizados

- Arcilla roja para modelar
- Yeso para modelar
- Barniz elástico de poliuretano
- Poliestireno expandido de diferentes densidades
- Poliestireno extruido

- Espuma de poliuretano
- Masilla de carroceros: La masilla de poliéster o masilla de carroceros es utilizada comúnmente para la reparación de vehículos. Esta masilla está compuesta de resinas de poliéster y se le añade peróxido de benzoilo como catalizador.
Entre sus características destacan:
 - La facilidad de lijado, dando una gran uniformidad
 - Alta resistencia y adherencia, que la protege de agentes externos
 - Baja porosidad y alta elasticidad, para soportar vibraciones
- Fibra de vidrio: Se utilizó fibra de vidrio bidireccional. Sus ventajas son:
 - Tienen un precio competitivo
 - Buenas propiedades dieléctricas y aislantes
 - Buenas propiedades mecánicas
 - Incombustibilidad de las fibras
 - Buena estabilidad dimensional
- Resina epoxi: De mayor tiempo de curado que la resina de poliéster, es de mayor calidad que esta última y necesitan de un endurecedor.
- Fibra de carbono: De mejores prestaciones que la fibra de vidrio y de densidad más baja.
- Cera de carnauba: Utilizada como desmoldante

4.4 Piezas adaptadas

4.4.1 Frontal

La primera opción era fabricar el frontal diseñado en Solidworks. Para ello, se propusieron los siguientes métodos:

- **Impresión 3D:** La idea original era la de fabricar todos los modelos dividiendo cada parte en pequeñas piezas de impresión 3D para después unirlos y tener cada parte tal y como está en el diseño del Solid. Como sólo disponíamos de 2 impresoras de 2 miembros del equipo y de 220mmx200mm, para el frontal se descartó esa idea ya que suponía realizar un alto número de pequeñas piezas. Tanto en tiempo como económicamente era inviable, por lo que hubo que pensar alguna otra alternativa.
- **Mecanizado:** Mediante la mecanización de poliestireno o madera se puede lograr un acabado muy bueno y un resultado muy preciso. El problema de este método es que es muy costoso sin un patrocinador que lo realice. Como el diseño de Solid era muy sencillo, no compensaba buscar patrocinadores que realizaran el mecanizado.

Estas eran las únicas alternativas que daban un resultado preciso. Debido a la imposibilidad de fabricar el modelo con ninguno de los 2 métodos, hubo que buscar otra alternativa.

Por tanto, la siguiente alternativa fue la de **reutilizar** el frontal de las últimas ediciones. Este frontal, de la Honda RS125, ya había sido utilizado anteriormente para un prototipo

que realizó el equipo entre 2019 y 2020. Además, este frontal era muy parecido al diseñado con Solidworks.

El frontal había sido modificado ya que se le había recortado parte del contorno y las sujeciones de la parte delantera. Por otro lado, la pieza no estaba en buenas condiciones. Por todo esto, se decidió volver a **comprar** otro frontal comercial del mismo modelo.



Figura 28. Detalle del frontal y quilla Honda RS125

El frontal antiguo sí que se pudo utilizar para realizar pruebas de la moto en el Circuito de Navarra y no estropear el nuevo en caso de que hubiera alguna caída.



Figura 29. Sesión de pruebas en el Circuito de Navarra

También se compró una cúpula comercial del mismo modelo, ya que la que estaba de ediciones anteriores estaba rota.

4.4.2 Colín

A la hora de fabricar el colín, inicialmente se optó por utilizar el diseño de Solidworks, pero aplicando pequeñas variaciones en el diseño que lo hicieran más estético. Sin

embargo, viendo con el frontal los problemas que se generan al fabricar una pieza tan compleja, y el buen estado del colín que se tenía de ediciones anteriores, el equipo decidió adaptar el colín antiguo.

A la hora de adaptarlo, había que modificar dos aspectos importantes:

- La **parte delantera** del colín, ya que el original era más estrecho que el chasis.
- La **punta** del colín, para que cumpliera la normativa B.2.1.5 sobre el límite inferior y para introducir la luz de lluvia.

Para modificar la parte delantera se siguieron los siguientes pasos:

1. **Recortar la parte de colín que chocaba con el chasis:** De esta forma se elimina la parte que no sirve y se puede aprovechar la parte del asiento y la trasera que es la que interesa.
2. **Rellenar la parte delantera del colín con espuma de poliuretano:** Rellenando la parte delantera del colín por dentro con espuma expansiva, se consigue un exceso de material que sobresale por los laterales. Posteriormente este exceso se puede ir cortando hasta conseguir la forma del colín deseada.



Figura 30. Espuma de poliuretano sobre el colín

3. **Cubrir la espuma con masilla:** La espuma expansiva es muy débil, por lo que es necesario cubrirla con masilla. Con esto, por un lado, se consigue consistencia, y por otro, se le puede dar la forma deseada con mucha más precisión. Una vez aplicada la masilla, hay que lijarla hasta dejar la superficie sin bultos. Al lijar, aparecieron imperfecciones de la masilla, por lo que hubo que ir aplicando masilla y lijando hasta conseguir el resultado deseado.



Figura 31. Masilla aplicada sobre los laterales del colín

4. **Reforzar con fibra de vidrio:** Hubo que cubrir la masilla con fibra de vidrio para obtener la pieza deseada. Primero, se aplicó a la masilla una capa de resina y, a continuación, se colocó la pieza de fibra, aplicándole después más resina. Se cubrieron ambos laterales y la parte del asiento con una única pieza de fibra de vidrio para conseguir un mejor resultado.



Figura 32. Fibra de vidrio del colín

5. **Retirar la espuma y la masilla:** Para que la pieza pesara lo menos posible, hubo que retirar toda la espuma y la masilla que había servido de molde. De esta forma, no solo se aligeró la pieza, sino que se consiguió cierta flexibilidad para poder colocar el colín de una forma más cómoda sin rayar el chasis y subchasis.

6. **Reforzar los laterales:** Finalmente, hubo que añadir un recorte a cada lado para darle rigidez al conjunto. Pese a esta segunda capa, aún tenía cierta flexibilidad para poder colocarlo sin problemas.



Figura 33. Resultado final de los laterales del colín

Para modificar la parte trasera se siguieron los siguientes pasos:

1. **Recortar la punta del colín:** El colín originalmente era excesivamente largo, por lo que, al colocarlo en su lugar, la parte trasera pasaba por detrás de la rueda trasera, incumpliendo la normativa. Por ello, se recortó dándole un margen para poder añadir la luz de emergencia y seguir cumpliendo la normativa.
2. **Añadir una pletina en el hueco:** Se fabricó una pletina que entrara en el hueco del colín, con los agujeros necesarios para poder sujetar la luz trasera y pasar los cables de esta. Con esta pletina se podría ya sujetar perfectamente la luz de emergencia.
3. **Proteger la luz trasera:** A la hora de aplicar la masilla al colín, la luz debe estar colocada en su posición. Para poder retirarla cuando la masilla se seque y no se pegue, hay que cubrir la luz con cinta americana y aplicarle cera de carnauba. Es importante que se aplique la cera a todo el contorno de la luz, ya que puede pegarse y estropear, incluso dejar inservible, tanto el colín como la luz.
4. **Aplicar la masilla:** Una vez está todo preparado, se va aplicando la masilla poco a poco debido a que la forma es compleja y no se puede aplicar mucha masilla de golpe. En este caso no se le aplicó fibra, ya que esa parte no iba a sufrir ningún esfuerzo y la fibra iba a provocar un salto en la parte trasera del colín que estéticamente no iba a quedar bien.



Figura 34. Resultado final de la parte trasera del colín

4.5 Piezas fabricadas

4.5.1 Técnicas de fabricación

A continuación, se incluye una tabla con las diferentes técnicas de fabricación del molde que se podían llevar a cabo con los medios de los que disponía el equipo. También se incluye un análisis con las ventajas y las desventajas de cada técnica.

1.- **Impresión 3D:** La idea era imprimir pequeñas piezas con impresión 3D y con la ayuda de un taco de madera para ahorrar material, unir las piezas y tener el modelo de la pieza a fabricar. Finalmente realizar un molde de fibra de vidrio y la pieza de fibra de carbono. Se pensó como una idea para añadir en el apartado de innovación.

VENTAJAS

Se consigue una gran precisión con respecto al modelo de Solid.

Con varias impresoras, se puede fabricar el modelo de forma rápida

DESVENTAJAS

Método muy caro, ya que se consume mucho material

Mal acabado superficial del modelo. Habría que lijar o añadirle algo por encima. Esto haría perder precisión

Problemas e imprecisiones en las uniones de las piezas

<p>2.- Arcilla seca: Con láminas de poliespán se simula el modelo de Solid del guardabarros, un poco más pequeño que el original. Después, se cubre con arcilla y se moldea. Se deja secar el modelo y se introduce en una caja con escayola para hacer el molde. Este no puede ser de fibra de carbono ya que la arcilla no aguantaría el vacío necesario para hacer el molde.</p>	
<p>VENTAJAS</p> <p>Método sencillo de realizar, por lo que si sale mal no hay problema en repetir el proceso</p>	<p>DESVENTAJAS</p> <p>Gran imprecisión con respecto a la pieza original (se suma la imprecisión del poliespán con la de la arcilla)</p> <p>La arcilla se agrieta al secar, lo que deforma el modelo. Hay que aplicarle masilla, pero como es más dura que la arcilla, al lijar se estropea aún más el modelo</p> <p>Método un poco lento, debe secar la arcilla, luego la masilla y luego el yeso</p>
<p>3.- Modelo con arcilla húmeda: El procedimiento es similar al anterior. En este caso se fabrica un modelo de arcilla y se cubre de escayola antes de que la arcilla se seque. De esta forma no se agrieta. Como la escayola fragua mucho antes que la arcilla, al poco tiempo se queda con la forma y se puede quitar la arcilla, aun húmeda, con cualquier utensilio. El poliespán se quita aplicando calor.</p>	
<p>VENTAJAS</p> <p>Al trabajar todo el rato con arcilla húmeda, esta no llega a agrietarse</p> <p>Más rápido que el método anterior; no hay que esperar a que se seque la arcilla y la masilla</p> <p>Muy buen acabado superficial</p>	<p>DESVENTAJAS</p> <p>Igual que el método anterior, no es muy preciso. Para mejorar la precisión, podría realizarse el modelo sobre la propia motocicleta</p> <p>El modelo hay que realizarlo en un máximo de tres días. Este es el tiempo estimado que dura la arcilla para poder trabajarla según las pruebas realizadas por el equipo</p>
<p>4.- Molde fibra de vidrio: Esta opción combina un poco de las anteriores. La idea consiste en realizar un modelo con poliespán, tampoco debe ser excesivamente preciso. Después, añadir masilla para corregir grandes imperfecciones y realizar un molde de fibra de vidrio. A continuación, darle la forma definitiva aplicando más masilla y cubrirlo con cinta adhesiva para facilitar el desmolde. Finalmente poder realizar la pieza sobre la cinta</p>	
<p>VENTAJAS</p> <p>No se trabaja con escayola. Esta es incómoda ya que al ser muy porosa hay que aplicarle mucho barniz para que impermeabilice</p> <p>Puede corregirse la pieza una vez está hecho el molde</p>	<p>DESVENTAJAS</p> <p>Hay que tener mucho cuidado de homogenizar la masilla, ya que en este proceso es un elemento crucial</p> <p>Al ser un molde interior, hay que realizar la pieza en dos partes y luego unir las</p>

5.- Alternativa poliespán y masilla: Esta opción es muy parecida a la anterior. En este caso, el modelo se realiza con escayola.	
VENTAJAS La escayola no se agrieta al secar No hace falta trabajar con tanta masilla	DESVENTAJAS Como la escayola fragua muy rápido, apenas se puede moldear. Hay que trabajar con ella cuando seque, lijando para dar forma a la pieza

Tabla 7. Técnicas de fabricación

Hay diferentes alternativas y se utilizarán según la dificultad de la pieza, tanto dependiendo del tamaño como la forma. También cabe destacar que varias de estas técnicas se idearon una vez comenzado el proyecto, y mientras ya se había fabricado alguna pieza. Un ejemplo es el de la arcilla húmeda, que tras ver que esta se agrietaba al secarse, se pensó otra forma de poder trabajar con este material.

4.5.2 Guardabarros delantero

A la hora de realizar esta pieza, primero se pensó en hacer el modelo en impresión 3D. Para ello, se dividió el modelo de Solidworks en pequeñas partes. Una vez estuvo dividido, se imprimió la primera pieza como prueba para ver si seguir adelante con ese proceso.



Figura 35. Impresión 3D de una pieza del guardabarros delantero

El resultado conseguido fue el esperado, pero finalmente se decidió por probar a fabricarlo por otros métodos.

La siguiente opción fue fabricar un modelo de arcilla para después poder hacer el molde de **escayola**. Para fabricar el modelo, se cortó el modelo de SolidWorks en láminas de 18mm, el espesor de las placas de poliestireno expandido, algunas en horizontal y otras

en vertical. Con los cortes, se sacaron todas las siluetas, se imprimieron a escala real y se recortaron placas de poliestireno con esa forma.

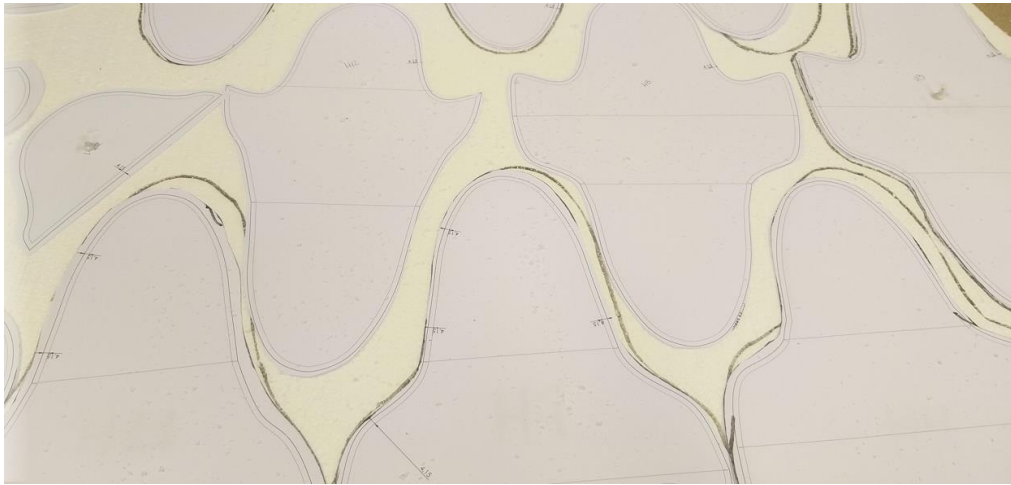


Figura 36. Plantillas del guardabarros delantero

A continuación, se pegaron todos los recortes para formar un modelo aproximado de poliestireno.



Figura 37. Estructura de poliestireno del guardabarros delantero

Una vez se tuvo el modelo de poliestireno, se empezó a cubrir con **arcilla** para poder modelar. Para que agarrase la arcilla en las zonas verticales, se clavaron palillos de madera para que sujetaran la arcilla.



Figura 38. Modelo final del guardabarros delantero

Una vez se terminó el modelo, se dejó secar para después poder realizar el molde con yeso. Al día siguiente se vio que, al secarse, el modelo se había **agrietado**. Se intentó arreglar con masilla, pero el resultado no fue satisfactorio.



Figura 39. Grietas en el modelo del guardabarros y masilla aplicada

Antes de aplicar la masilla, se taparon las grietas con más arcilla. Aunque se consiguieron tapar algo, hubo que aplicarle masilla. Al ser la primera vez que se trabajó con masilla, se aplicó incorrectamente la cantidad de catalizador, estropeando la pieza.

Debido a problemas con el calendario, se dejó esta pieza para más adelante con la intención de volver a fabricarla utilizando otra técnica, pero no dio tiempo, por lo que finalmente hubo que adquirir un guardabarros comercial, concretamente de la Honda RS125, el mismo modelo que el del frontal.

4.5.3 Cover

El diseño de Solidworks del cover no era muy deportivo. Por ello, se decidió no utilizarlo y moldear uno nuevo con arcilla. Se decidió utilizar la técnica de la arcilla húmeda expuesta anteriormente. Para poder hacer el molde, se fabricó una estructura de madera que, agarrada al chasis, aguantaba una copia de la caja de baterías hecha con polistireno. Con ello, se podía moldear la arcilla para poder realizar el modelo a tamaño real y colocado sobre el propio chasis.

Como era la primera vez que se llevaba a cabo esta técnica, primero se probó con un cover más pequeño. De esta forma también se pudo practicar el moldeo, realizando a escala un cover con la forma deseada. Se siguieron los siguientes pasos:

1. **Modelado:** Se modeló con arcilla un pequeño cover a escala con la forma con la que se quería la pieza final.



Figura 40. Modelo del cover de prueba

2. **Fabricación molde:** Se cubrió el modelo con yeso muy líquido para que pudiera coger bien la forma del cover. A continuación, se cubrió con yeso más denso para que le diera consistencia al molde.
3. **Retiro de la arcilla:** Como el yeso fragua mucho antes de que se seque la arcilla, una vez estaba el molde totalmente sólido se retiró toda la arcilla aun húmeda. Con una lija muy fina se terminó de retirar la arcilla pegada a la vez que se mejoraba la calidad superficial.



Figura 41. Molde del cover de prueba

4. **Barnizado:** El yeso es un material muy poroso, algo que supone un problema al aplicar la resina de la fibra. Por ello, hay que aplicar al molde varias capas de un barniz. Se aplicó un barniz elástico de poliuretano que impermeabilizó correctamente el molde.
5. **Fabricación de la pieza:** Se le aplicó al molde una capa de resina. A continuación, se colocó la fibra de carbono procurando que cogiera bien las curvas y finalmente se creó una bolsa de vacío para que la fibra pudiera copiar perfectamente la forma del molde.

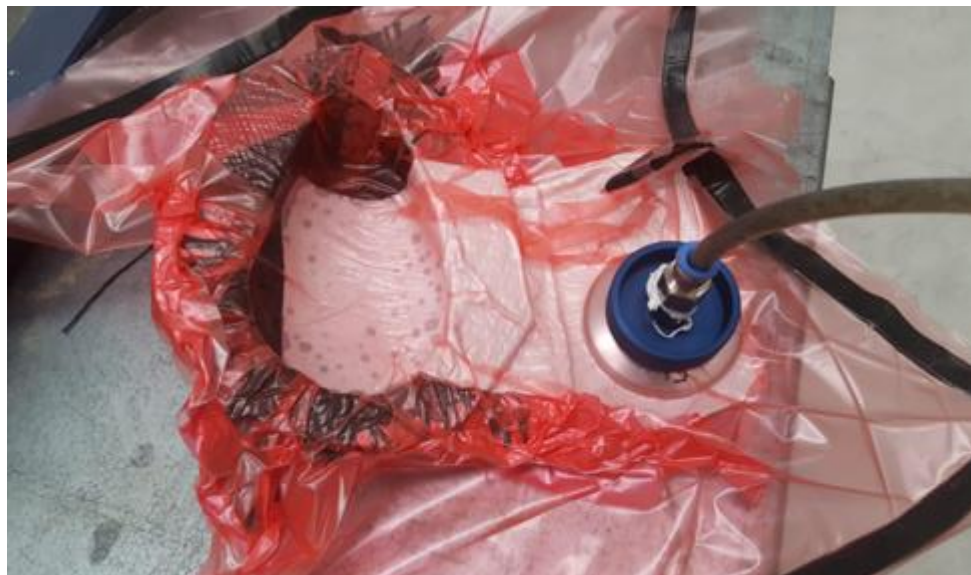


Figura 42. Bolsa de vacío del cover de prueba

6. **Desmoldado:** Para desmoldar la pieza, hubo que romper la escayola con cuidado de no rayar el cover. Después, se retiraron las pequeñas manchas de escayola hasta limpiar el cover por completo.



Figura 43. Cover de prueba terminado

El resultado final fue muy satisfactorio, por lo que se optó por utilizar este método para la fabricación del cover definitivo.

A la hora de fabricar la pieza definitiva, se volvió a diseñar otro cover en Solidworks, con la forma deseada, para que sirviera de guía a la hora de modelar.



Figura 44. Diseño nuevo del colín

Antes de modelarlo, hubo que realizar una estructura que simulara la caja de baterías. De esta forma, se aseguraba que el cover encajaba correctamente sin chocar con la caja.

Para ello, se prepararon dos listones de madera, que sujetos al chasis, hacían de soporte a las placas de poliestireno que simulaban a la caja. La estructura de madera primero se diseñó en Solidworks, para averiguar la inclinación y longitud necesaria, y luego se replicó con la madera. Para no tener problemas, se dieron varios mm de margen, por lo que la estructura de poliestireno era ligeramente mayor que la caja.

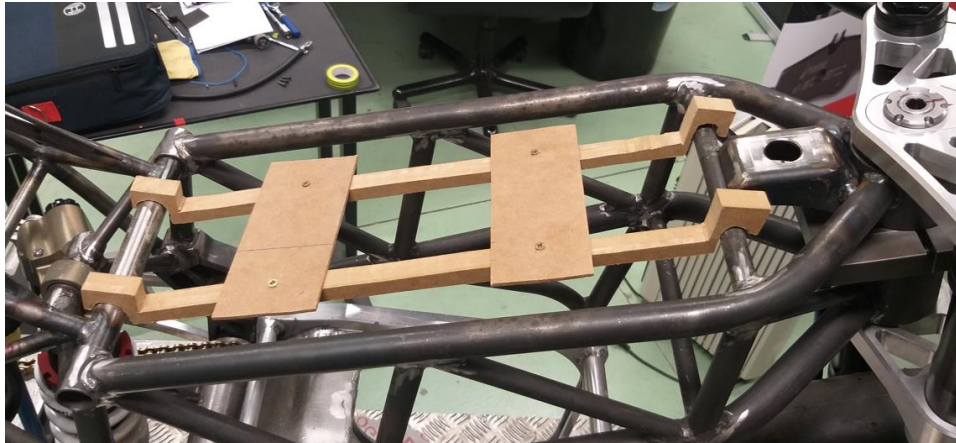


Figura 45. Estructura de madera para la fabricación del cover



Figura 46. Modelo de la caja de baterías y cables de poliestireno

Finalmente se siguió el mismo proceso que para el cover de prueba con algunos cambios.

- Simetría: Uno de los principales problemas a la hora de modelar la arcilla era comprobar la simetría ya que se realizó totalmente de forma manual, y las curvas de la pieza dificultaban la simetría de la pieza. Para solucionar este problema, se utilizó un medidor láser. Como este tiene una línea horizontal y otra vertical, centrando el medidor e inclinándolo hacia delante y hacia atrás, con la línea horizontal se podía comprobar la simetría.
- Yeso: Al aplicar el yeso, entre la capa líquida y la de refuerzo, se añadió otra capa de yeso tintado para que, al romper el yeso para desmoldar, poder ver cuando se estaba cerca de la pieza y tener más cuidado. Por otro lado, el refuerzo se realizó con trozos de tela y trapos bañados en yeso.



Figura 47. Capa verde del molde del cover

- Fibra de carbono: A la hora de aplicar la fibra de carbono, se añadieron varias capas para darle rigidez al conjunto. Una vez desmoldada la pieza, se vio que había que añadirle en algunas zonas otra capa de refuerzo.

Al desmoldar la pieza, se vio que esta no había quedado bien en los laterales. Como estos tenían una curva muy cerrada, la fibra no pudo copiarla bien por lo que sólo estaba formada con resina. Este problema se solucionó más adelante en el proceso de pintura. Se cubrieron ambos laterales con pintura roja, tapando así los desperfectos.

Por otro lado, hubo que tapar el hueco de la parte delantera hecho para la seta de emergencia. Para ello, se recortó un vaso cilíndrico con la forma del hueco del cover y se cubrió con fibra de vidrio. A continuación, se recortó la fibra por el contorno del vaso de tal forma que encajara en el hueco y se pegó, dejando un orificio para que pudiera atravesarlo la seta. Finalmente, para tapar todos los pequeños huecos, pensando en la prueba de lluvia, se reforzó desde dentro del cover con cinta americana.



Figura 48. Cover de fibra de carbono



Figura 49. Hueco para la seta en el cover

4.5.4 Quilla

Como se ha expuesto, se utilizó un frontal comercial que determinaba la anchura de la quilla. Para poder fabricarla, se pensó en reutilizar la quilla antigua, partiéndola por la mitad e intentado unirlos por abajo para que no chocará con el controlador. Sin embargo, uno de los laterales tenía un saliente para el tubo de escape, muy poco estético y que reducía la aerodinámica del prototipo. Por tanto, se optó por fabricar una quilla desde cero. En el proceso de fabricación se siguieron los pasos siguientes:

1. Se recortaron 2 placas de poliestireno extruido con la forma aproximada de los laterales de la quilla, y se forzaron con calor para darles curvatura, de tal forma que iban desde el borde del frontal hasta el del controlador.



Figura 50. Placa lateral de la quilla

2. Con los dos laterales colocados, se prepararon dos piezas de poliestireno, con la forma de la quilla vista de frente y la inclinación de las placas laterales tanto delante como detrás. Con las dos y los dos soportes en su sitio, se pegaron las uniones de los mismos con cinta americana y palillos de cocina de tal forma que al sacarlo de la moto se conservaba la forma que debía tener. Para que aguantara más, se pegó todo con espuma de poliuretano.



Figura 51. Placas laterales de la quilla pegadas con espuma

3. Con la forma de las placas laterales, se recortó la placa correspondiente a la parte inferior de la quilla y se pegó, de tal forma que ya se tenían los 3

lados principales en su sitio colocados. Se volvió a pegar esta placa con espuma de poliuretano y se recortó dándole la forma deseada.



Figura 52. Molde final de la quilla

- Una vez se tuvo el molde, se cubrió todo con cera de carnauba para poder desmoldarlo sin problema. Para aplicar la fibra de vidrio, se utilizó resina epoxi, ya que antes de realizar la prueba se probó a aplicar tanto resina epoxi como polimérica y se vio que la segunda reaccionaba con el poliestireno mientras que la primera no reaccionaba. Se aplicó una capa de la resina, a continuación, se colocó una pieza entera de fibra de vidrio y finalmente más resina para que impregnara bien.



Figura 53. Fibra de vidrio de la quilla

- Para que secara bien sin despegarse, se sujetaron las esquinas con sargentos y se dejó un día entero. Con una capa de fibra, la pieza

necesitaba otra capa para tener más rigidez. Sin embargo, debido a la disponibilidad del patrocinador que pintaba las piezas, hubo que entregarle la quilla con una sola capa, con la idea de reforzar la quilla más adelante.

6. Para cerrar la quilla por delante, se recortó una tira de fibra de vidrio, se cubrió sobre la mesa con resina y, a continuación, se colocó en la quilla en el lugar donde iba a ir. Se dejó secar, sujetado con sargentos, y finalmente se recortó la fibra restante.

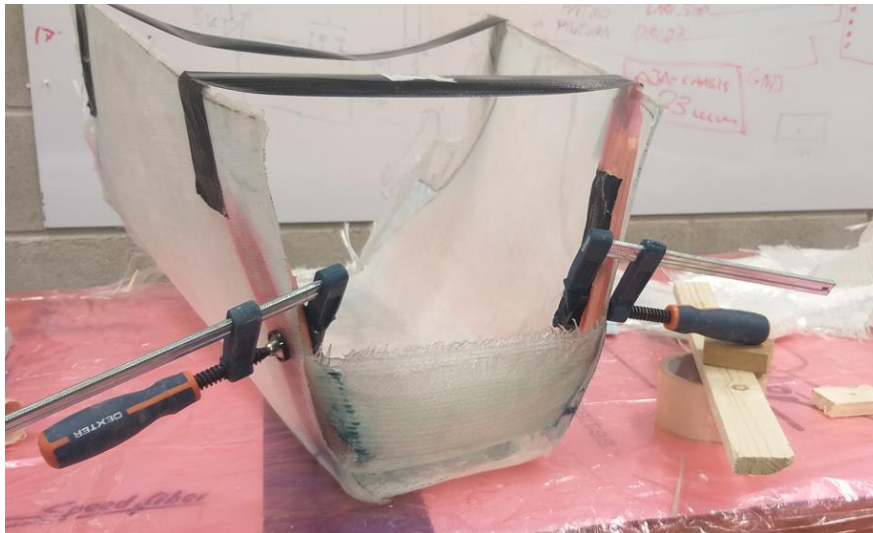


Figura 54. Parte delantera de la quilla

7. Tras pintarla, la pieza se deformó con la masilla que le aplicó el pintor, ya que la dejó secando boca abajo y esta se abrió. Para arreglar la pieza, hubo que forzarla aplicando calor.



Figura 55. Quilla deformada en el proceso de pintura

8. Al forzar la pieza, esta se agrietó por la parte delantera y hubo que aplicarle masilla de carrocerero y pintar esa parte con spray negro.



Figura 56. Quilla arreglada con masilla antes de pintar la parte delantera

Una vez se tenía la pieza terminada, hubo que hacerle una pared en la parte trasera para cumplir la normativa B.4.2.1 respecto a los 2.5 litros de líquido que debía contener. Para ello, se puso una tira de fibra de vidrio perpendicular a la parte inferior de la quilla y posteriormente se pintó.

Finalmente, hubo que hacer un agujero en la parte delantera de la quilla para colocar el tapón tal y como viene indicado en la norma B.4.2.2.

4.5.5 Guardabarros trasero

Originalmente, el guardabarros trasero y el protector de cadena iban en piezas diferentes. Sin embargo, se decidió rediseñar ambas piezas de tal forma que fueran la misma, para simplificar así el proceso de fabricación.

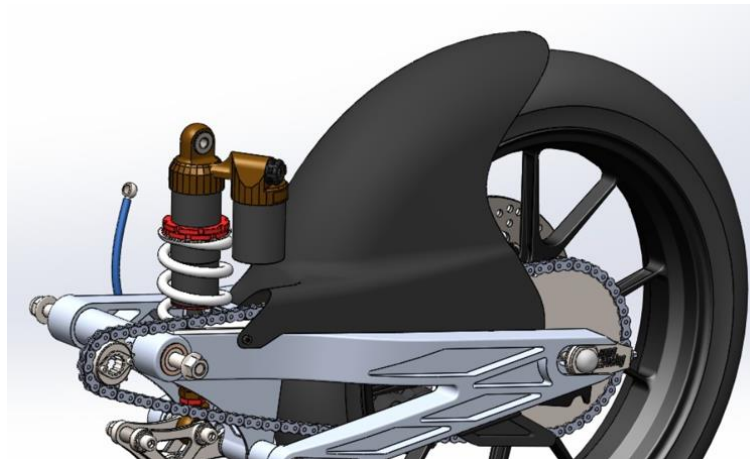


Figura 57. Nuevo diseño del guardabarros trasero

Se rediseñó la pieza en SolidWorks y se dividió en 5 partes diferentes para poder imprimirlas con una impresora 3D y a continuación pegarlas. Después, se le aplicó masilla a toda la superficie del modelo para eliminar las irregularidades superficiales provocadas por la unión de las piezas y por la propia impresión.



Figura 58. Modelo del guardabarros cubierto con masilla antes de lijar

Una vez se tuvo el modelo, se planteó la posibilidad de realizar el molde sobre el modelo sin aplicar vacío, tan sólo dejando curar al aire, ya que la impresión podía no aguantarlo, aunque estaba pensado para que si aguantara el vacío. Por ello, se decidió realizarlo aplicando vacío, confiando en que el relleno lo aguantara. Finalmente, la pieza no aguantó y cedió en las zonas más frágiles.

Hubo que repetir la pieza entera, imprimiendo todos los componentes de nuevo y aplicando nuevamente la masilla. Este segundo modelo del guardabarros se fabricó la misma semana del evento final, y como no daba tiempo a realizar un molde y después un modelo, se decidió realizar la pieza directamente. Esto implicaba que sería de mayor tamaño que la pieza original, pero no suponía ningún problema: ni por la normativa, ni por las sujeciones. Al ser la pieza definitiva, la calidad superficial del modelo no debía de ser buena, tan solo se aplicó masilla para corregir las imperfecciones que podían dificultar el desmoldeo de la pieza.



Figura 59. Segundo intento guardabarros trasero

Una vez se tuvo el molde preparado, se colocaron las dos capas de fibra de vidrio que iba a tener la pieza a la vez. El equipo sólo disponía de fibra suficiente como para hacer una capa de tejido entera. Por ello, se preparó con recortes de fibra una primera capa interna que haría de refuerzo y a continuación se añadió la capa exterior, de una sola pieza.

Como el guardabarros se desmoldó el mismo día del evento final, antes de ir a Motorland, hubo que pintarlo en el propio circuito. Por ello, no se pudo aplicar por encima ninguna masilla y la calidad superficial del guardabarros era la de la fibra.



Figura 60. Guardabarros trasero

4.6 Otras piezas

A parte de las piezas anteriormente expuestas, hubo que realizar otras piezas con fibra de vidrio para proteger la motocicleta o algunos componentes de la misma.

4.6.1 Triángulos de lluvia

Para pasar la prueba de lluvia, se realizaron diferentes piezas que protegían los componentes más delicados de la motocicleta. Las primeras piezas fueron unos triángulos de fibra de vidrio que, pegados al chasis, protegían lateralmente del agua a la entrada de la caja de baterías.



Figura 61. Triángulo lateral

4.6.2 Carenado interno

También para proteger la entrada de aire delantera de la caja de baterías se pensó en fabricar un carenado interno. Este consistiría en una U invertida atravesada con placas inclinadas. De esta forma, el contorno protegería la entrada de agua lateral desde arriba, y las placas inclinadas la entrada de agua por la parte frontal de la caja. Para fabricarlo, se realizó una pieza de poliestireno con la forma del contorno y, tras hacerlo de fibra, se pegaron las placas, también de fibra de vidrio, con la inclinación deseada.



Figura 62. Carenado interno para la prueba de lluvia

4.6.3 Protector trasero

Los componentes electrónicos de la motocicleta se guardaban en el subchasis, protegidos por el colín. Al ser este comercial, no estaba preparado para ello, y estaba abierto por abajo. Por ello, había que taparlo para proteger los componentes electrónicos de la prueba de lluvia y de cualquier posible elemento que pueda impactar con los componentes electrónicos.

Para evitarlo, se fabricó una tapa para el colín. Esta era de una sola capa, ya que siendo flexible era más fácil colocarla en su sitio.

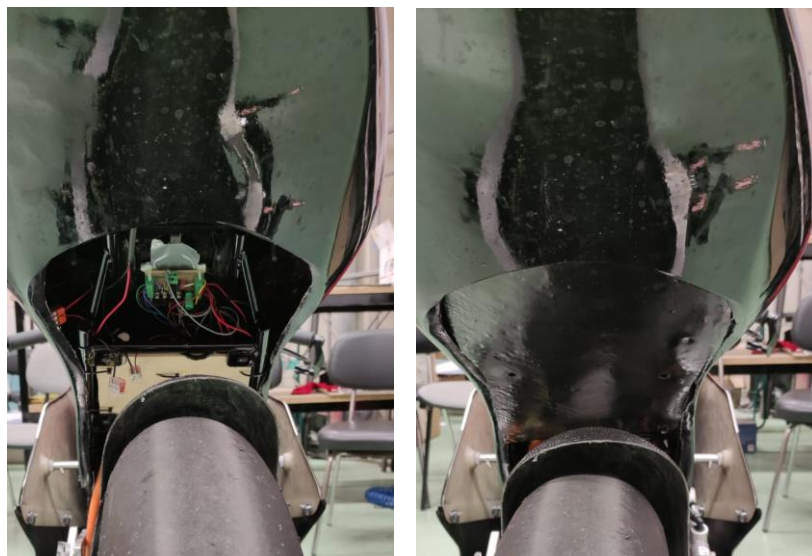


Figura 63. Colín sin tapa y con tapa

4.6.4 Aleta tiburón

Para cumplir con la normativa B.4.4.1 se diseñó una aleta de tiburón para proteger la pierna de la cadena por debajo del basculante en caso de accidente. Se diseñó en Solidworks con la idea de fabricarla en fibra. Sin embargo, por problemas de tiempo, se terminó fabricando con impresora 3D ya que era suficiente para el propósito que tenía.

4.7 Organización del equipo en la fabricación

A lo largo del proceso de fabricación han ido ayudando diferentes miembros del equipo.

Cuando comenzó el proyecto, en febrero de 2019, el equipo de aerodinámica estaba formado por 12 estudiantes. Sin embargo, hasta septiembre del mismo año no se comenzó a trabajar, hasta entonces el equipo se dedicó a buscar información. En septiembre de 2019, el grupo lo componían Marcos Esteve, Daniel Aláez y Luis Mendivil. En octubre, el primero dejó el equipo. En ese momento ninguno de los dos componentes del grupo había trabajado con Solidworks, por lo que se empezó con familiarizarse con el programa. Desde enero de 2020 y hasta agosto del mismo año, Daniel Aláez y Luis Mendivil se encargaron del diseño en Solidworks de todas las piezas y del análisis aerodinámico. En agosto, Daniel dejó el equipo y Luis Mendivil quedó como único responsable de aerodinámica. Desde entonces, todo el proceso de fabricación fue llevado a cabo por Luis Mendivil. En todo momento, tanto el diseño como la fabricación fue supervisado por Rafael Barrio, líder del equipo, y Juan Chuliá, responsable del departamento de mecánica. Durante el proceso de fabricación, algunos miembros del equipo ayudaron en tareas puntuales, como en el recorte del poliestireno o en la colocación de la fibra, pero siempre siguiendo las indicaciones del responsable de la fabricación, Luis Mendivil.

4.8 Tabla de tiempos de fabricación

A continuación, se incluye una tabla con las horas aproximadas que llevó fabricar todas las piezas.

Colín parte delantera	Recortar y aplicar espuma	1.5
	Aplicar masilla	10
	Fibra de vidrio	1
	Retirar espuma y masilla	0.5
	Refuerzo	0.5
	Total	13.5
Colín parte trasera	Recortar y fabricar pletina	1.5
	Colocar peltina	0.5
	Proteger luz	0.5
	Aplicar masilla	10
	Total	12.5

Guardabarros delantero	Sacar las plantillas	2
	Recortar poliestireno y pegar	7
	Moldear la arcilla	12
	Aplicar masilla	1
	Total	22
Cover	Mini cover	3
	Soporte madera	6
	Estructura poliestireno	4
	Modelado arcilla	24
	Molde escayola	2
	Retirada arcilla y barnizado	3
	Desmoldado y limpieza	4
	Total	47
Quilla	Placas laterales	1.5
	Piezas unión	1.5
	Pegado	1
	Placa base y pegado	3
	Encerado	0.5
	Fibra de vidrio	1
	Placa delantera	1
	Placa trasera	1
	Total	10.5
Guardabarros trasero 1	Pegado piezas	0.5
	Masilla	15
	Total	15.5
Guardabarros trasero 2	Pegado piezas	0.5
	Masilla	3
	Encerado	0.5
	Primera capa fibra	2
	Segunda capa fibra	1.5
	Pintado	1
	Total	8.5
Otras piezas	Fibra de vidrio	1
	Recortar	3
	Pintado	1
	Total	5
Carenado interno	Estructura poliestireno	5
	Fibra de vidrio	1.5
	Aletas	2
	Total	8.5
TOTAL		138

Tabla 8. Horas de trabajo por cada pieza

En esta tabla sólo se han incluido las horas de taller. Las horas que se necesitaron para el diseño en Solidworks y para la simulación aerodinámica, así como las de otros talleres, como la fibra de carbono, no se han contabilizado. Por otro lado, estas son horas netas de trabajo. No se ha contabilizado el tiempo para planificar y plantear cada operación, reuniones, búsqueda de información, organización del trabajo, descanso... Tampoco se han contado las horas para fabricar elementos externos, como las pletinas de las sujeciones.

Como no se realizó una medición de tiempos en su momento, tras dos años de trabajo resulta imposible calcularlo. Sin embargo, como referencia, la fabricación se realizó durante el segundo semestre del presente curso, y la gran mayoría de piezas se fabricaron el mes antes del evento final. En este mes se fabricó la quilla, el colín, el guardabarros trasero y las “otras piezas”, pasando más de 300 horas en el taller en este periodo de tiempo. Por lo tanto, las horas totales para la fabricación del carenado han sido más de mil horas.

5 PINTADO

Para pintar la motocicleta, se utilizaron los colores rojo, negro y blanco. Estos colores son, por un lado, los colores de la Universidad Pública de Navarra y también los del CEIN, patrocinador principal del equipo. Se buscó un diseño deportivo acorde al carenado, que siguiera las líneas de los diferentes componentes.

Las piezas se llevaron a “Chapa y pintura Talleres San Fermín” para pintarse. Antes de pintarlas, la quilla, el colín y parte del cover las cubrieron con masilla para alisar las superficies.

El resultado del cover no fue muy satisfactorio, ya que la foto que se envió con los colores que debía tener no estaba muy claro en esa pieza. Por ello, se modificó, dándole la forma deseada con cinta de carroceros y a continuación se pintó con spray negro.

También hubo que ensanchar la franja blanca con vinilo del mismo color ya que no cumplía la normativa.



Figura 64. Cover del taller de pintura



Figura 65. Cover arreglado por el equipo



Figura 66. Resultado final moto pintada

BLOQUE II

6 DOCUMENTACIÓN Y PUBLICIDAD

6.1 Reglamento

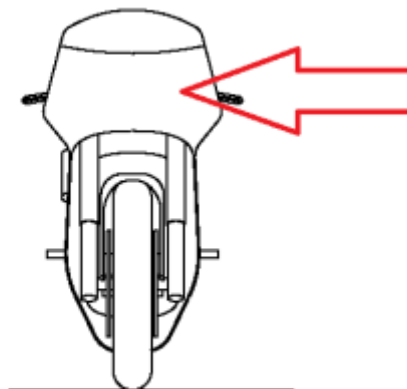
La organización estipulaba por un lado la normativa respecto a la identificación de cada prototipo, indicando como debía ser la numeración, y por otro, indicaba ciertas pegatinas que debían incluirse y espacios que debían guardarse para pegatinas que se pondrían en el evento final.

ARTÍCULO 11: DORSALES, IDENTIFICACIÓN Y PUBLICIDAD

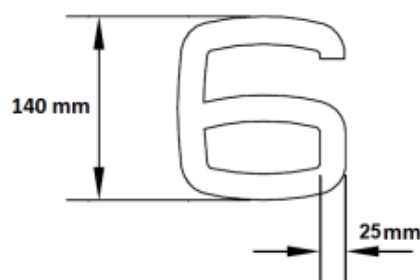
B.11.1 Dorsales

Cada prototipo deberá incluir sobre el carenado 3 dorsales identificativos, de acuerdo al número de dorsal asignado a cada equipo según Art.A.3.4.3.

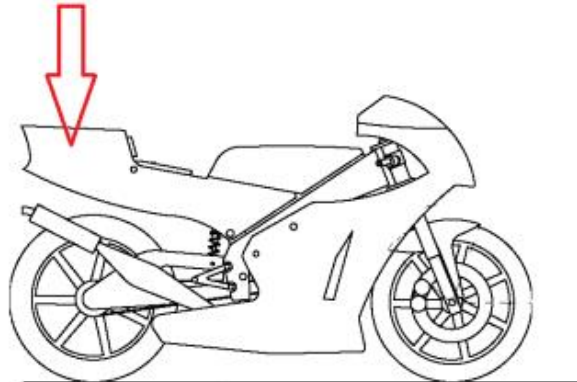
B.11.1.1 El dorsal delantero debe estar colocado en la parte frontal del carenado. Puede colocarse tanto en la parte central como ladeado, siempre que sea perfectamente legible.



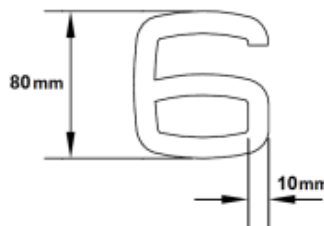
B.11.1.2 En el dorsal delantero, las medidas mínimas de cada carácter serán de 140mm de alto y el grueso mínimo del trazo del número será de 25mm. La separación mínima entre caracteres será de 10mm.



B.11.1.3 Deberá figurar un dorsal en cada lateral, situado en ambos lados de la parte trasera del carenado (colín).



B.11.1.4 En los dorsales laterales, las medidas mínimas de cada carácter serán de 80mm de alto y el grueso mínimo del trazo del número será de 10 mm. La separación mínima entre caracteres será de 5mm.



B.11.1.5 Los números de dorsal deberán ser íntegramente de color negro. Ninguna combinación de colores está permitida.

B.11.1.6 La tipografía utilizada para los números de dorsal es libre, siempre y cuando el Cuerpo Técnico de la Organización la considere legible. No se permite la inclusión de grafismos o logotipos en el dorsal.

B.11.1.7 El fondo de todos los dorsales de la moto deberá ser un área continua homogénea de color blanco, y deberá abarcar un área que englobe al menos hasta 25 mm en torno a los números.

B.11.2 Identificación

B.11.2.1 En todos los prototipos deberá estar visible el nombre, logotipo o iniciales de la universidad a la que representa, ocupando un área con una altura y anchura mínimas de 100mm.

B.11.2.2 Deberá habilitarse un espacio en la parte derecha del chasis (en dirección de la marcha), orientado hacia el exterior, para fijar los adhesivos de verificaciones previas. Los adhesivos deberán ser visibles con el carenado montado. La Organización colocará 3 adhesivos rectangulares de un tamaño no superior a 3 x 3 cm.



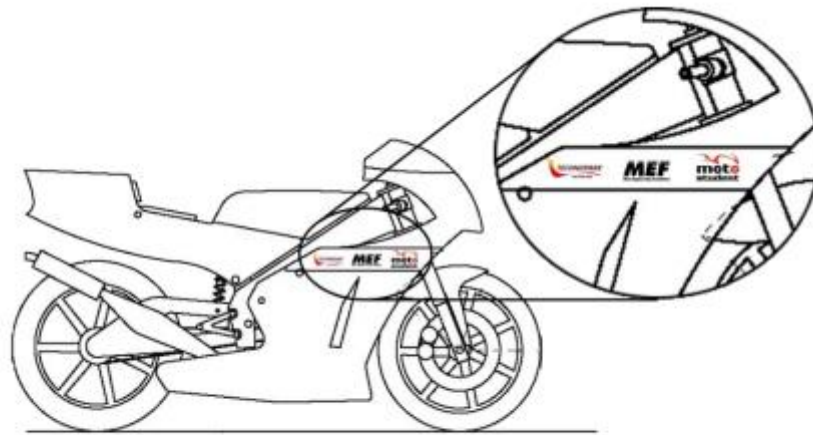
Ejemplos orientativos de pegatinas de Verificaciones

B.11.2.3 Cada prototipo deberá llevar grabado un número identificativo en el chasis, proporcionado dicho código por la Organización y grabado por cada equipo en el lado izquierdo del prototipo. El código deberá ser perfectamente visible con el carenado montado.

B.11.3 Logotipos de la Competición y publicidad

B.11.3.1 En la rotulación final del prototipo, todos los equipos participantes deberán incluir en la parte superior del carenado lateral una franja que deberá cumplir las siguientes especificaciones:

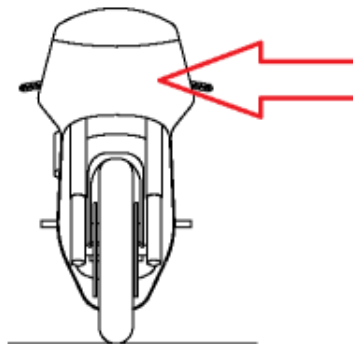
- La franja deberá ser de color blanco.*
- Sobre la franja deberán incluirse los logotipos de MotoStudent genérico, MEF y TechnoPark MotorLand, en los colores originales. El diseño de estos logotipos será suministrado anteriormente por la Organización a todos los equipos.*
- Esta franja deberá cruzar desde la parte posterior del carenado lateral hasta la parte frontal, La altura mínima de la franja blanca será de 70mm y la longitud la definirá el diseño de carenado escogido. La inclinación es libre, aunque se recomienda situarla lo más horizontal posible.*
- Los logotipos deberán disponerse en orden simétrico en ambos laterales, según el orden de la figura orientativa mostrada a continuación. De la parte frontal a la posterior deberán seguir el orden MotoStudent – MEF – TechnoPark MotorLand en ambos laterales.*
- La anchura mínima de los logotipos será de 50mm.*



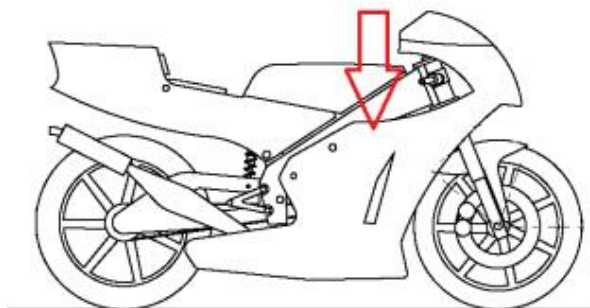
Franja blanca con logotipos obligatorios

B.11.3.2 Aparte de la franja descrita en el Art.B.11.3.1 se deberán dejar tres espacios para incluir una serie de adhesivos que colocará la Organización durante el Evento Final. Estos adhesivos tendrán una superficie máxima de 150mm de ancho x 100mm de alto y serán proporcionados por la Organización. Su ubicación será:

- Un adhesivo en la parte frontal del carenado, en las proximidades del dorsal delantero, debajo de la cúpula.



- Un adhesivo en cada lateral del carenado, en la parte superior delantera.



B.11.3.3 Si el equipo no respetara los espacios indicados en el presente artículo para la colocación de adhesivos por parte de la Organización, ésta tomará la decisión de colocarlos en el espacio que mejor convenga, independientemente de si se superpone sobre cualquier otro logotipo existente, publicidad, o elemento del carenado, sin posibilidad de apelación por parte del equipo.

B.11.3.4 Está terminante prohibido incluir publicidad de bebidas alcohólicas o tabaco en el prototipo o en cualquier otro tipo de medio corporativo del equipo.

B.11.3.5 Está terminante prohibido incluir publicidad u otro tipo de mensajes que atenten contra la dignidad humana (violencia, intolerancia, xenofobia, racismo, etc.) o que puedan herir la sensibilidad de las personas, tanto en el prototipo como en cualquier otro tipo de medio corporativo del equipo. Así mismo la Organización se reserva el derecho de revisar y analizar el contenido publicitario y prohibirlo si así lo estimara oportuno.

Transcripción del reglamento oficial de MotoStudent.

6.2 Patrocinadores

Para realizar la distribución de los logos de todos los patrocinadores primero se debe hacer una lista de los mismos, indicando el nivel de patrocinio para repartir los diferentes tamaños de pegatinas. Se crearon 4 grupos diferentes según el nivel de patrocinio de cada empresa (Patrocinador principal, Grande, Mediano, Pequeño).

Patrocinador Principal	- CEIN
Grande	- CENASA - ENPA - TALLERES ATONDOA - ETSIIT
Mediano	- NAITEC - CÁTEDRA 4.0 - CIRCUITO DE NAVARRA

	<ul style="list-style-type: none"> - SOLIDWORKS - SKF - INAME - MUPO
Pequeño	<ul style="list-style-type: none"> - TRANSFORMADOS RUIS - SERIGRAFÍA REDÍN - CHAPA Y PINTURA TALLERES SAN FERMÍN - FRRETERÍAS IRIGARAY - PURORACING - ANSYS - NATRONIC - NG - MS COMPETICIÓN

Tabla 9. Lista de patrocinadores del equipo

6.3 Diseño

Con la lista de patrocinadores y su nivel de patrocinio, se realizó un pequeño boceto de donde podría ir cada patrocinador en la motocicleta, aproximando el tamaño de cada logo a su nivel.



Figura 67. Diseño del reparto de los patrocinadores

Una vez se tuvo el espacio aproximado que iba a tener cada pieza, se realizaron divisiones sobre el carenado con un rotulador de pizarra, ya que este se puede quitar muy fácilmente. Luego, se pudo medir el tamaño de cada pegatina, de tal forma que este fuera proporcional a su nivel y también al área disponible para añadir todas las pegatinas. Con estas medidas aproximadas, se realizó una tabla que se envió a Serigrafía Redín, el patrocinador que realizó las pegatinas.

UNIDADES	LOGOS	Ajustar tamaño a:	
		Ancho (mm)	Alto (mm)
2	CEIN+Gobierno de Navarra*		50
2	CEIN+Gobierno de Navarra*		45
2	ETSIIT	120	
1	UPNA Racing**	100	
2	UPNA Racing**	150	
1	UPNA Racing**	200	
4	Naitec	120	
2	Circuito de Navarra***	100	
2	CENASA****	100	
2	Cátedra 4.0	75	
2	Atondoa*****		30
2	Enpa		30
2	Iname		30
2	SKF	75	
2	Transformados Ruiz	100	
2	Serigrafías Redín	100	
2	Ferretería Irigaray	100	
2	Natronic*****	100	
2	ANSYS	100	
2	Puro Racing	100	
2	MS Competición*****	100	
2	SolidWorks	200	
2	Mupo	100	

Tabla 10. Medidas de las pegatinas de los patrocinadores

Las medidas de cada pegatina dependían de la forma de la misma, por lo que se dio al fabricante la medida fija de cada una y esta, según su forma, se ajustaba. Los asteriscos indicados en la tabla eran indicaciones al fabricante para que cambiara el color, según la parte del carenado en la que fuera la pegatina, ya que ninguna tenía fondo.

A la hora de colocar las pegatinas, se tuvo especial cuidado en cumplir con toda la normativa relativa a los huecos que se debían dejar para que más adelante fueran utilizados por la organización.

Respecto a la numeración, se realizó un diseño simple que cumpliera con la normativa de altura y anchura mínima y se envió al patrocinador para que los imprimiera. Debido a las curvas del frontal y del colín, y a la poca experiencia colocando vinilos, el resultado al pegarlo no fue muy bueno ya que se produjeron numerosas arrugas.



A side view of a red and black Yamaha YZF-R15 motorcycle. The bike features a black seat, a black fuel tank with a red stripe, and a black fairing with numerous sponsor logos. Visible logos include MEF, Technopark, racing, and various smaller brands like CENASA, N HAITEC, and IM HANE. The motorcycle is parked on a paved surface, and a person's legs are visible in the background.

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
CURSO 2020/2021

7 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Para poder comprobar que se cumplían todos los artículos de la normativa de la competición, se realizó una tabla en la que se recogían todos los artículos y se iba marcando cada uno una vez se comprobaba que se cumplía. A continuación, se añade dicha tabla, incluyendo un breve comentario sobre si hubo que hacer algún trabajo específico para poder cumplirlo.

ARTÍCULO 2: REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO		
B.2.1 Dimensiones		
B.2.1.1 Anchura semimanillares	Cumple	No le afecta el carenado
B.2.1.2 Ángulo inclinación	Cumple	Se tuvo en cuenta en la fabricación de la quilla
B.2.1.3 Dist. mín. pavimento	Cumple	Se tuvo en cuenta en la fabricación de la quilla
B.2.1.4 Límite frontal	Cumple	El frontal comercial cumple con este punto
B.2.1.5 Límite posterior	Cumple	Se recortó el colín para cumplir
B.2.1.6 Dist. Libre neumáticos	Cumple	Se tuvo en cuenta para el diseño y colocación de los guardabarros
B.2.1.7 Anchura máx. asiento	Cumple	El colín comercial cumple este punto
B.2.1.8 Anchura máx. carenado	Cumple	El frontal comercial cumple con este punto
B.2.1.9 Altura máx. asiento	Cumple	El colín comercial cumple este punto

ARTÍCULO 4: CARENADO		
B.4.1 Requisitos generales		
B.4.1.1 Bordes radio mín. 1mm	Cumple	Hubo que limar todos los bordes para cumplir la normativa
B.4.1.2 Carenado cubrir lateral	Cumple	El frontal comercial cumple este punto
B.4.1.3 Sin restricción material	Cumple	
B.4.1.4 Alerones	Cumple	El carenado no tiene alerones
B.4.2: Carenado inferior		
B.4.2.1 Quilla contener 2,5 litros	Cumple	Con la pared añadida, cumple este punto
B.4.2.2 Agujero + tapón	Cumple	Se realizó el agujero y se compró un tapón
B.4.3: Guardabarros		
B.4.3.1 Obligatorio 2 guardaba.	Cumple	Tiene delantero y trasero
B.4.3.2 Del. Cubrir máx. 135º	Cumple	El guardab. Comercial cumple este punto
B.4.3.3 Tras. Cubrir máx. 180º	Cumple	Se diseñó teniendo en cuenta este punto
B.4.4: Protección frente al atrapamiento		
B.4.4.1 Protector atrapamiento	Cumple	El protector del guardabarros y la aleta de tiburón cumplen la normativa

ARTÍCULO 11: DORSALES, IDENTIFICACIÓN Y PUBLICIDAD		
B.11.1 Dorsales		
B.11.1.1 Dorsal delantero	Cumple	Se colocó el dorsal siguiendo las indicaciones

B.11.1.2 Medidas dorsal delante.	Cumple	Se indicaron las medidas al patrocinador
B.11.1.3 Dorsal a cada lateral	Cumple	Se colocó un dorsal en cada lado del colín
B.11.1.4 Medida dorsal lateral	Cumple	Se indicaron las medidas al patrocinador
B.11.1.5 Dorsales color negro	Cumple	Todos los dorsales eran de color negro
B.11.1.6 Tipografía libre	Cumple	
B.11.1.7 Fondo blanco y 25mm	Cumple	El vinilo de fondo era blanco
B.11.2 Identificación		
B.11.2.1 Logotipo, nombre o iniciales de la universidad	Cumple	En el logo del equipo vienen las iniciales de la universidad
B.11.2.2 Espacio parte derecha chasis	Cumple	Se dispone del chasis y de la caja de baterías para poder colocar las pegatinas
B.11.2.3 Número grabado chasis	Cumple	Se grabaron los números correctamente
B.11.3 Logotipos de la Competición y publicidad		
B.11.3.1 Franja blanca y pegatinas	Cumple	Hubo que cubrir la franja blanca original con vinilo blanco para cumplir con los 50mm de anchura
B.11.3.2 Espacios en el carenado	Cumple	Se dejaron todos los espacios para la organización
B.11.3.3 Incumplimiento 11.3.2	Cumple	
B.11.3.4 Publicidad prohibida	Cumple	
B.11.3.5 Publicidad prohibida	Cumple	

Tabla 11. Cumplimiento de la normativa

8 MONTAJE DEL CARENADO

8.1 Elementos para el montaje

Para poder montar correctamente todos los elementos del carenado, se fabricaron pequeños elementos para poder sujetar las piezas al prototipo.

- **Soporte del frontal:** Para poder sujetar los extremos de la parte de la cúpula del frontal, hubo que fabricar un soporte con tubos. Se utilizaron dos tubos; uno iba atornillado al chasis y el otro sujetaba el frontal. Ambos tubos iban soldados. Una vez soldados, se cortó la parte central del tubo que sujetaba el frontal.



Figura 70. Soporte del frontal

- **Soportes guardabarros delantero:** El guardabarros comercial era muy bajo. Para elevarlo, se diseñaron unas pletinas que iban atornilladas a las sujeciones originales del guardabarros. Estas pletinas tenían dos agujeros a los que se podía atornillar el guardabarros. Para fabricarlas, primero se diseñó una pieza para poder situar el guardabarros en el sitio deseado y después, midiendo las posiciones de los huecos nuevos, se hizo una pieza en Solidworks y se imprimió en 3d.



Figura 71. Soporte del guardabarros delantero

- **Pletinas traseras colín:** Como el colín se adaptó, los huecos de la parte del asiento ya venían hechos. Como el subchasis era muy estrecho, los huecos del colín no servían, por lo que hubo que fabricar dos pletinas de acero y soldarlas al subchasis.

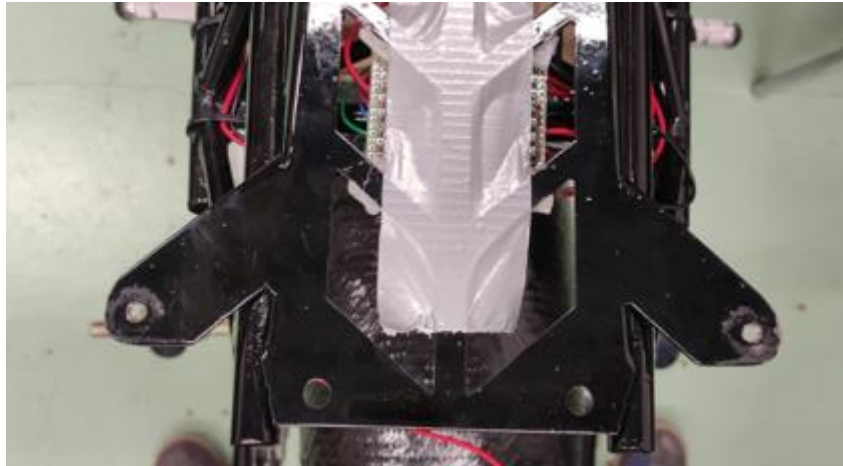


Figura 72. Pletinas traseras del colín

- **Pletinas triangulares:** Para poder atornillar la parte delantera del colín y la trasera del cover, se fabricaron cuatro pequeñas pletinas triangulares de aluminio, dos para cada lado, siendo una para el cover y otra para el colín.



Figura 73. Pletinas triangulares

- **Soporte delantero cover:** Para terminar de sujetar el cover, se fabricaron dos chapas de aluminio con forma de L, de tal forma que la parte larga iba atornillada al chasis y la parte corta tenía un hueco para poder atornillar el cover.



Figura 74. Soporte delantero del cover

8.2 Orden de montaje

El montaje del carenado se debe realizar siguiendo un orden establecido. Hay algunos componentes que no dependen de otros, como los guardabarros, pero para hacerlo de forma ordenada, siempre se monta con el mismo orden.

1. Guardabarros delantero:

- 6 tornillos M6 cabeza hexagonal (interna)

Para colocar el guardabarros delantero, se diseñaron unas pletinas. Estas pletinas siempre estaban atornilladas a los huecos originales, por lo que solo había que quitar y poner el guardabarros. Este tenía dos tornillos a cada lado.

2. Frontal:

- 1 tornillo rápido de un cuarto de vuelta
- 4 pasadores
- 2 tornillos M6
- Soporte

A la hora de colocar el frontal, primero hay que atornillar un pequeño soporte al chasis, que terminaba en 2 pasadores para la parte delantera. Una vez estaba el soporte, se colocaba el frontal en su sitio y se atornillaba el morro con un tornillo rápido. Finalmente se colocaban los 4 pasadores; 2 en el soporte mencionado y otros 2 en la parte trasera. Estos últimos iban a unos pequeños tubos soldados al chasis.

3. Quilla:

- 6 tornillos rápidos de un cuarto de vuelta

Para poder colocar la quilla, antes de debe haber colocado el frontal. Para colocarla, hay que situarla en su sitio y ponerle los 6 tornillos rápidos que unen la quilla con el frontal.

4. Colín:

- 4 tornillos M6

Para colocar el colín, se soldaron al subchasis 2 pletinas para poder atornillar a ellas las sujeciones traseras del colín. También, se soldaron 2

pletinas más pequeñas triangulares para sujetar el colín por la parte delantera. Una vez puesto el colín en su sitio, primero hay que colocar los tornillos delanteros y después los traseros. Esto es debido a que para colocar los primeros hace falta presionar hacia delante la pieza, y esto no se puede hacer si se atornilla primero los traseros.

5. **Cover:**

-6 tornillos M6 (4 del cover y 2 de las chapas)

El cover hay que colocarlo después del colín, ya que este se apoya uno sobre el otro. Para colocarlo, se soldaron dos pequeñas pletinas al chasis para la parte trasera. Para la delantera, se atornillaban dos chapas con forma de L al chasis y a continuación se atornillaba al cover a estas pletinas.

6. **Guardabarros trasero:**

-5 tornillos M4

Colocando el guardabarros en su lugar, los huecos de este se alinean con los huecos del basculante y se puede atornillar.

7. **Tapa colín:**

-4 tornillos M6

Para colocar la tapa del colín, había que meter la lengüeta de tal forma que apoyara sobre el borde del colín, y a continuación se atornillaba al subchasis.

9 ESTUDIO DEL COSTE DE FABRICACIÓN

Se ha realizado un estudio de todos los costes que suponen fabricar un carenado de este tipo. En este caso, se incluyen tan sólo los costes que ha pagado el equipo, indicando los materiales o servicios facilitados por patrocinio o los reutilizados en ediciones anteriores.

Programas

Solidworks	Patrocinio
SimScale	Patrocinio

Material	Unidad	Precio/unidad	Precio total (€)
Arcilla	2	6	12
Poliestireno alta densidad	2	8,47	16,94
Poliestireno baja densidad	2	4,84	9,68
Escayola moldeo	1	4,38	4,38
Escayola moldeo saco	1	1,59	1,59
Masilla de carroceros	5	10,25	51,25
Espuma poliuretano	2	4,29	8,58
Resina epoxy	2	16,99	33,98
Poliestireno extruido grande	1	7,59	7,59
Poliestireno extruido pequeño	1	4,39	4,39
Brochas	7	0,76	5,32
Barniz	1	4,90	4,90
TOTAL			160,60

PIEZA	PRECIO (€)
Guardabarros, antideslizante y cúpula	168,93
Frontal y tornillería específica	222,20
TOTAL	391,13

Tabla 12. Presupuesto de materiales y piezas

El coste total del material y de las piezas compradas es de **551,73 euros**.

Cabe destacar que en estas tablas sólo se incluyen los gastos que tuvo el equipo para la fabricación del carenado. Hay algunos elementos que no se han incluido por diferentes motivos:

- Fibra de vidrio y de carbono: Esta fue proporcionada por José Sancho, el profesor encargado del proyecto.
- Tornillería: Aunque la tornillería específica de las piezas compradas sí que están incluidos, hay más tornillería que no se incluyen ya que se compró en grandes

cantidades para muchos elementos diferentes de la moto y para tener recambios.

- Materiales reciclados: Se utilizaron materiales que ya estaban en el taller, como las chapas para las pletinas, los tubos para el soporte del frontal o parte de la tornillería. Por otro lado, también se aprovecharon recortes de fibra que a priori no servían para fabricar ninguna pieza, pero sí que se podían utilizar para fabricar pequeñas piezas o para los refuerzos.

Por otro lado, a modo informativo, se calcularán los honorarios correspondientes si este proyecto lo hubiera llevado un ingeniero. Cabe recordar que este trabajo ha sido realizado por estudiantes sin recibir ningún tipo de compensación, ni económica ni académica.

En el punto 4 del Bloque I se ha realizado una tabla con las horas que llevó cada operación. Como se indica, tan solo están las horas de trabajo netas. Se ha realizado una estimación y por cada hora de trabajo neta se necesitaron 3 horas de diseño, reuniones, y para poder valorar las diferentes opciones de fabricación. Por tanto, multiplicando 138 por cuatro, resultan 552 horas totales.

HONORARIOS	HORAS	IMPORTE (€)
15	552	8.280
IVA (21%)		1.738,8
TOTAL		10.018,8

Tabla13. Honorarios del proyecto

10 RESULTADOS MS1

La puntuación del MS1 se repartía de la siguiente forma.

Award		Part	MS1 Deliveries	MotoStudent Pitch	MS1 Finals	TOTAL
Best MS1 Project	Best Design	A	50	20	20	240
		B	75			
		C	75			
	Best Innovation	D	100	10	10	120
		E	100	30	10	140
TOTAL			400	60	40	500

Tabla 14. Puntuación desglosada MS1

Las primeras tres entregas que se realizaron (Chapter A: Concept development, Chapter B: Product design, Chapter C: Prototyping and testing) correspondían a la categoría **Best Design**. La entrega Chapter D: Innovation correspondía a la categoría **Best Innovation**. La entrega Chapter E: Business plan no correspondía a ninguna categoría concreta, pero contaba para el **Best MS1 Project**. El MotoStudent Pitch y MS1 Finals iban a ser presentaciones a realizar en el evento final en Motorland. Sin embargo, debido a la situación sanitaria actual, la organización decidió realizar las presentaciones de forma virtual a través de un video que hubo que entregar, e incluyó directamente la puntuación en cada categoría.

En la categoría de Best Innovation, el equipo UPNA Racing consiguió 73,9 puntos, quedando en séptima posición.

En la categoría de Best Design, el equipo UPNA Racing consiguió 116 puntos, quedando en novena posición.

Finalmente, en el MS1 Best Project, el equipo UPNA Racing quedó en 11ª posición con 257,5 puntos.

En esta categoría puntuaron todos los equipos, por lo que las posiciones conseguidas son sobre 44 participantes.

11 EVENTO FINAL

11.1 Pruebas de verificación

El jueves 15 de julio comenzó el evento final en el circuito de Motorland de Aragón.

Tras realizar el registro de los miembros del equipo, se realizaron las pruebas de verificación. En estas, se probaba que la moto cumplía con la normativa y pasaba pruebas que garantizaban la seguridad del prototipo.

Primero se realizaron las verificaciones previas, en las que se comprobó que se cumplían con todos los requisitos de diseño, los requisitos tanto de identificación como los huecos de las pegatinas de la organización y todos los requisitos eléctricos y electrónicos. La primera vez que se pasó, no estaba puesto el tapón de la quilla y no funcionaba la luz trasera, ya que se había desconectado antes de ir a pasar las pruebas. Se arreglaron las dos cosas y se pasaron las pruebas sin problemas.

Respecto a las pruebas estáticas, se realizó una prueba de carga estática y una prueba de frenado. Ambas pruebas habían sido antes realizadas por el equipo, por lo que se pasaron sin problemas.

La prueba que más problemas dio fue la prueba de lluvia. Esta prueba consistía en una lluvia de agua fina desde todos los ángulos.



Figura 75. Prueba de lluvia

La primera vez que se intentó, la organización no retiró el tapón de la quilla, por lo que el controlador se inundó, lo que hizo que no se pudiera pasar la prueba.

Al día siguiente se fue a pasar la prueba otra vez. En este caso, se cubrieron todas las conexiones visibles, aunque teóricamente no afectaran, con cinta americana. También se cubrieron todas las uniones de las piezas del carenado con el chasis y entre ellas mismas. Se cubrió la unión de la tapa del colín con el propio colín y todos los posibles

huecos del cover y del colín. En este segundo intento también se tuvieron problemas, pero finalmente se consiguió pasar la prueba.

A continuación, se realizó la prueba de verificación dinámica. En esta, un piloto de la organización probaba el prototipo, acelerando, frenando y realizando giros cerrados, con el fin de asegurar que el prototipo era manejable y seguro. Si los pilotos lo deseaban, podían dar una vuelta al circuito de Motorland con el prototipo.

11.2 Resultados

11.2.1 Prueba de frenado

Para esta prueba y para la gymkhana y la prueba de aceleración cada equipo disponía de dos intentos. El primer intento del equipo UPNA Racing fue nulo, ya que no se alcanzaron los 70 km/h en el punto de control, debido a problemas con la motocicleta.

En el segundo intentó, el prototipo pasó a una velocidad de 74 km/h, frenando en 22,6m. Añadiendo los 20 m de penalización, el resultado final fue de 41,7 m, quedando en 13ª posición. Según la tabla de puntuación de esta prueba, con esa posición alcanzada, el equipo consiguió 36 puntos, que contabilizaban para la clasificación del MS2.

Posición	Puntuación	Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
1ª	60	18ª	31	35ª	14
2ª	55	19ª	30	36ª	13
3ª	52	20ª	29	37ª	12
4ª	50	21ª	28	38ª	11
5ª	48	22ª	27	39ª	10
6ª	46	23ª	26	40ª	9
7ª	44	24ª	25	41ª	9
8ª	42	25ª	24	42ª	8
9ª	40	26ª	23	43ª	8
10ª	39	27ª	22	44ª	7
11ª	38	28ª	21	45ª	7
12ª	37	29ª	20	46ª	6
13ª	36	30ª	19	47ª	6
14ª	35	31ª	18	48ª	5
15ª	34	32ª	17	49ª	5
16ª	33	33ª	16	50ª	5
17ª	32	34ª	15	...	1

Tabla15. Puntuación Tests 1: Brake Test

11.2.2 Gymkhana

Para esta segunda prueba también se tuvieron 2 intentos. En esta prueba, la moto se comportó muy bien, aprovechando la ventaja de ser la más compacta y una de las más ágiles. En el primer intento, el piloto consiguió la tercera posición, con un tiempo de 00:30.630. En el segundo intento, todos los equipos mejoraron su tiempo. El equipo UPNA Racing se veía capaz de bajar de los 30 segundos. Sin embargo, un fallo de la moto hizo que esta se parara al pasar el segundo cono. Tras arrancar la moto, el piloto demostró su destreza ante el asombro del público, pero sin opciones de mejorar el tiempo. El tiempo final marcado fue de 00:57.809, debido al tiempo perdido al volver a arrancar la moto. Contabilizaba el mejor tiempo de los dos intentos, por lo que, con el primero, se consiguió la 7ª posición. Según la tabla de puntuación, el equipo consiguió 68 puntos.

Posición	Puntuación	Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
1º	100	18º	46	35º	21
2º	90	19º	44	36º	20
3º	85	20º	42	37º	19
4º	80	21º	40	38º	18
5º	75	22º	38	39º	17
6º	70	23º	36	40º	16
7º	68	24º	34	41º	15
8º	66	25º	32	42º	14
9º	64	26º	30	43º	13
10º	62	27º	29	44º	12
11º	60	28º	28	45º	11
12º	58	29º	27	46º	10
13º	56	30º	26	47º	9
14º	54	31º	25	48º	8
15º	52	32º	24	49º	7
16º	50	33º	23	50º	6
17º	48	34º	22	...	5

Tabla 16. Puntuación Test 2: Gymkhana

11.2.3 Prueba de aceleración

Finalmente, para esta última prueba también se dispuso de dos intentos. En el primer intento se marcó un tiempo de 00:09.140, mientras que en el segundo el tiempo fue de 00:09.231. La posición final de la prueba fue 20ª, y la tabla de puntos era igual que la de frenado. Por tanto, la puntuación conseguida en esta prueba fue de 29 puntos.

11.2.4 Pole Position

La prueba 4 de velocidad máxima y la prueba 5 de regularidad no se puntuaron debido a problemas de la organización con el medidor de tiempos. Pese a eso, sí que hubo sesión de entrenamientos libres.

En la prueba de Pole Position, el equipo UPNA Racing marcó un mejor tiempo de 03:32.191. La moto se paró por lo menos una vez en todas las vueltas, por lo que fue imposible mejorar ese tiempo. Con este tiempo el equipo consiguió la 22ª posición, consiguiendo 11 puntos según la siguiente tabla.

Posición	Puntuación	Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
1º	40	18º	13	35º	7
2º	36	19º	13	36º	6
3º	34	20º	12	37º	6
4º	32	21º	12	38º	6
5º	30	22º	11	39º	5
6º	28	23º	11	40º	5
7º	26	24º	10	41º	5
8º	24	25º	10	42º	4
9º	22	26º	10	43º	4
10º	20	27º	9	44º	4
11º	19	28º	9	45º	3
12º	18	29º	9	46º	3
13º	17	30º	8	47º	3
14º	16	31º	8	48º	2
15º	15	32º	8	49º	2
16º	14	33º	7	50º	2
17º	14	34º	7	...	1

Tabla 17. Puntuación Test 6: Pole Position

11.2.5 Carrera final

Para la carrera final se puntuaba tanto la mejor vuelta en carrera como el resultado de la misma. Por motivos de seguridad, al no pasar el tiempo de corte de la clasificación, el equipo UPNA Racing no pudo participar en la carrera final. El equipo UMA RACING TEAM (Málaga) ganó tanto la mejor vuelta como la carrera.



Figura 76. Prototipo del UMA RACING TEAM

Los puntos repartidos en ambas pruebas fueron los siguientes.

Posición	Puntuación	Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
1º	30	16º	10	31º	5
2º	28	17º	10	32º	5
3º	26	18º	9	33º	4
4º	24	19º	9	34º	4
5º	22	20º	9	35º	4
6º	20	21º	8	36º	3
7º	19	22º	8	37º	3
8º	18	23º	8	38º	3
9º	17	24º	7	39º	2
10º	16	25º	7	40º	2
11º	15	26º	7	41º	2
12º	14	27º	6	42º	1
13º	13	28º	6	43º	1
14º	12	29º	6	44º	1
15º	11	30º	5	...	0

Tabla 18. Puntuación Test 7: Best Race Lap

Posición	Puntuación	Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
1ª	150	16ª	65	31ª	20
2ª	140	17ª	60	32ª	18
3ª	130	18ª	55	33ª	16
4ª	125	19ª	50	34ª	14
5ª	120	20ª	45	35ª	12
6ª	115	21ª	40	36ª	10
7ª	110	22ª	38	37ª	8
8ª	105	23ª	36	38ª	7
9ª	100	24ª	34	39ª	6
10ª	95	25ª	32	40ª	5
11ª	90	26ª	30	41ª	4
12ª	85	27ª	28	42ª	3
13ª	80	28ª	26	43ª	2
14ª	75	29ª	24	44ª	1
15ª	70	30ª	22	...	0

Tabla 19. Puntuación Test 8: Final Race

11.2.6 Total MS2

Sumando la puntuación total de todas las pruebas correspondientes a la fase final, el equipo UPNA Racing consiguió la siguiente puntuación.

PRUEBA	POSICIÓN	PUNTUACIÓN
TEST 1: FRENADO	18ª	31
TEST 2: GYMHKANA	7ª	68
TEST 3: ACELERACIÓN	20ª	29
TEST 4: VELOCIDAD MÁXIMA	-	-
TEST 5: REGULARIDAD	-	-
TEST 6: POLE POSITION	22ª	11
TEST 7: MEJOR VUELTA CARRERA		
TEST 8: RESULTADO DE CARRERA		
TOTAL	20ª	139

Tabla 20. Puntuación MS2 del equipo UPNA Racing

Finalmente, el equipo consiguió una 20ª posición de entre 44 universidades inscritas. Cabe decir que de las 44, 27 fueron las que pudieron puntuar, ya que algunos equipos no pasaron las verificaciones previas y otros equipos no pudieron acudir al evento por diferentes motivos. Esta segunda fase la ganó el UMA RACING TEAM con 405 puntos, seguido de UniBo Motorsport y de UPM MotoStudent Electric.



Figura 77. Prototipos ganadores del MS2

11.2.7 Best MotoStudent

La puntuación final del equipo UPNA Racing fue de 396,5 puntos, quedando en 19ª posición. El ganador final fue UniBo Motorsport con 721,6 puntos, seguido de UPM MotoStudent Electric y de IMPULSE UNIMORE.



Figura 78. Prototipo ganador de Best MotoStudent

En esta edición se presentaron 8 equipos Rookies. Esta categoría la ganó el equipo LEW Wroclaw con 566 puntos. Debido a que el equipo UPNA Racing se apuntó para la edición anterior, aunque no presentó ningún prototipo, la organización no lo consideró este año como rookie, aunque a efectos prácticos lo fuera. En case de haber sido aceptado en esta categoría, el equipo habría quedado en segunda posición.

12 Mejoras para futuras ediciones

De cara a futuras ediciones, es interesante realizar un análisis de los puntos más fuertes y más débiles del carenado, buscando posibles soluciones o alternativas y analizando las tomadas por otros equipos.

12.1 Puntos fuertes

Del carenado diseñado y fabricado por el equipo, se podrían resaltar los siguientes aspectos:

- **Adaptación a los medios:** Antes de comenzar, se sabía que los medios de los que disponía el equipo eran muy justos. Esto, unido a un presupuesto muy ajustado y a la poca experiencia de los miembros del equipo que ayudaron con el diseño o la fabricación, hacía de la fabricación del carenado una de las tareas más complicadas a realizar. El equipo supo adaptarse, y discutiendo soluciones originales a la vez que efectivas, consiguió sacar todas las piezas adelante.
- **Diseño compacto:** Todo el diseño del prototipo ha sido muy ajustado, dejando pocos márgenes y aprovechando al máximo el espacio para poder tener una motocicleta lo más compacta posible. El carenado sigue con esa filosofía, estado justo de espacio en muchas partes, pero encajando perfectamente al colocarlo en su posición. Hay varios ejemplos de ello, como el cover, muy ajustado a la caja de baterías o la quilla, que toca los tornillos del controlador.
- **Estética:** El resultado final ha sido un carenado deportivo, como se buscaba, siendo así perfecto para su propósito. Comentarios realizados por otros equipos sobre la estética del carenado en el evento final hicieron ver que, en este aspecto, el equipo había realizado un buen trabajo.
- **Bajo coste de fabricación:** Uno de los puntos más fuertes del carenado fue el bajo coste de fabricación. El equipo disponía de un presupuesto muy ajustado, y se priorizó en otros aspectos como el mecanizado de piezas o en la parte eléctrica y electrónica. Hablando con otros equipos en el evento final, se supo que algunos equipos disponían de un carenado fabricado con un presupuesto muy por encima, acercándose incluso al presupuesto total del equipo.
- **Manejo de la fibra:** Haber aprendido a fabricar piezas de fibra de vidrio con soltura facilitó el trabajo al equipo, ya que esto otorgaba más libertad a la hora de tomar decisiones. Gracias a esto, se podían fabricar las piezas cuando el equipo quería hacerlo, sin depender de terceros. Esto otorgó más flexibilidad a la hora de cumplir los plazos, y supuso un ahorro de tiempo en cuanto a transporte y a la hora de esperar a que las piezas se fabricaran, ya que generalmente el equipo realizaba las piezas a última hora del día y así al día siguiente ya estaban listas para poder trabajar sobre ellas.

12.2 Puntos débiles

- **Pocos patrocinadores:** Cuando se buscaron patrocinadores, se priorizó en otros aspectos de la moto, y no se buscó ningún patrocinio de empresas que pudieran ayudar en la fabricación del carenado. En el evento final, hablando con otros equipos, se vio que es un aspecto clave a la hora de fabricar un carenado con más calidad sin aumentar mucho los gastos del equipo.
- **Unión entre piezas:** Uno de los puntos más débiles del carenado era el hueco entre los diferentes componentes. Al haber realizado todos “a ojo”, se puede conseguir que coincidan las piezas, pero no que estas se cierren herméticamente, como si formaran una única pieza. Esto, por un lado, afectó en la aerodinámica, ya que por esos huecos puede entrar aire, aumentando la resistencia aerodinámica. Por otro lado, afectaba en la prueba de lluvia, ya que se podía filtrar agua o humedad que afectara a los componentes a proteger en dicha prueba. Para solucionar esto, se taparon los huecos con cinta americana, pero lo ideal habría sido que un cierre hermético entre piezas hubiera hecho que esto no fuera necesario.
- **Diseño en Solidworks:** El diseño inicial era muy básico. Los encargados del diseño nunca habían trabajado con ese programa. Esto supuso que se fuera más lento y que no se pudieran hacer formas muy complicadas. Como más adelante, pensando en las alternativas de fabricación, se vio que no se podía ser completamente fiel al diseño, se decidió no invertir más tiempo en él.
- **Marcar mejor los plazos y cumplirlos:** Otro de los puntos débiles en el proceso de fabricación fue la falta de plazos. Debido al bajo número de miembros del equipo, el encargado de la fabricación iba retrasando su tarea para poder ayudar al equipo en otros aspectos más urgentes. Por otro lado, el líder del equipo controló y supervisó todos los pasos que se siguieron, lo que hizo que se fuera muy despacio ya que este tenía más tareas que realizar y no podía centrarse exclusivamente en el carenado.
- **Refrigeración:** Hubo problemas con la refrigeración en la caja de baterías. Esta alcanzaba una temperatura excesivamente alta, algo que, por otro lado, fue el principal problema en todos los equipos. La motocicleta no alcanzó su rendimiento máximo, y aun y todo, la batería alcanzó temperaturas muy altas. Este problema se dio, en parte, ya que todos los prototipos estaban pensados para celebrar el evento final en octubre y no en julio. En Motorland hay mucha diferencia de temperatura entre estos meses.

12.3 Alternativas tomadas por otros equipos

Antes del evento final, se anotaron los puntos débiles, con el fin de ver como los había arreglado cada equipo.

- **Pocos patrocinadores:** Muchos equipos con los que se habló tenían más de dos patrocinadores que les ayudaban exclusivamente con el carenado. Los que más abundaban eran para aplicar la fibra, pero también para hacer los moldes mecanizados.

- Unión entre piezas: En este aspecto, las soluciones tomadas por cada equipo eran diferentes. Algunos tenían los componentes eléctricos y electrónicos incluso más desprotegidos que el equipo UPNA Racing, pero contaban con un buen sistema de aislamiento. La mayoría de equipos tenían las uniones herméticamente cerradas, y encajaban las piezas a la perfección. Eso se debía a que habían realizado los moldes o modelos con métodos muy precisos, y unido a que la fibra era hecha por profesionales, las piezas encajaban perfectas. Otras soluciones eran, por ejemplo, unir varias piezas en una, como el colín y el cover, que las fabricaban de una pieza. Esto aísla por completo, pero, por otro lado, hace más incómodo la retirada de estos elementos.



Figura 79. Cover y colín de una sola pieza

Finalmente, también muchos equipos jugaban con el propio diseño de las piezas. Por ejemplo, muchos equipos tenían el frontal cerrado por la parte lateral, de forma que se unía con el cover o con el chasis. Esto no solo ayudaba en la prueba de agua, sino que también reducía la resistencia aerodinámica, tapando dos huecos por los que entra aire.



Figura 80. Frontal metido hacia dentro

También la mayoría de equipos, al tener un colín fabricado por ellos mismos, lo tenían cerrado hasta abajo, por lo que no tenían el problema de la tapa.

- **Diseño en Solidworks:** Después de hablar con muchos equipos, se vio que Solidworks no era la mejor opción para diseñar el carenado de una motocicleta. Aunque es algo que ya se sabía por el equipo, se utilizó este programa porque, al ser el que se enseña en la universidad, es el más utilizado por los miembros del equipo. También se había utilizado ya que el resto de componentes del prototipo estaban diseñados con el mismo programa. El programa más utilizado por el resto de equipos era Catia, aunque algunos utilizaban otros programas.
- **Marcar mejor los plazos y cumplirlos:** La mayoría de equipos tenían por lo menos a un miembro que se había dedicado exclusivamente al carenado. Esto hace que se pueda organizar mejor y que pueda dedicarle mucho más tiempo. Por otro lado, muchos de los encargados de fabricación de los carenados habían trabajado sin la supervisión de los líderes de equipo, y esto hacía que pudieran trabajar más rápido.
- **Refrigeración:** Algunos equipos, jugando con la forma del carenado y creando orificios, pudieron reducir los problemas de refrigeración de los diferentes componentes. Por otro lado, otros equipos diseñaron huecos en el carenado para poder refrigerar la batería con equipos especiales cuando la moto estuviera en el box.

Muchos de los equipos participantes tuvieron los mismos problemas que el equipo UPNA Racing. Por ejemplo, con la prueba de lluvia, había muchos prototipos reforzados con cinta americana para tratar de aislar al máximo posible los componentes más vulnerables. También se vio en el evento final que muchos equipos habían optado por utilizar el mismo frontal comercial, el de la Honda RS125. Entre estos equipos estaban las dos motos de la universidad de Bizkaia, la UPV, Mataró, ICAI o la universidad de Burgos. Esta última, por ejemplo, tenía todos los componentes, adaptando incluso la quilla original, ya que tenía el hueco del tubo de escape de la Honda original.

12.4 Propuestas para futuras ediciones

A continuación, tras analizar los puntos fuertes y los puntos débiles del carenado, y las soluciones tomadas por diferentes equipos, se ha realizado una lista de pautas a seguir para futuras ediciones:

- **Impresión 3D:** Es la mejor forma de fabricar los carenados, debido a la precisión que otorga este método. Ante el alto coste de mecanizar los modelos, el mejor método es el de la impresión 3D. Dependiendo de la situación que tenga el equipo en un futuro, este debería adaptarse para utilizar esta técnica en todas

las piezas. Una opción es con varias impresoras ir imprimiendo pequeñas partes y luego pegarlas, intentando fabricar un núcleo macizo de escayola o madera para reducir el consumo de plástico. La otra opción, o bien comprar o bien fabricar una impresora capaz de imprimir piezas del tamaño de una pieza de carenado. Muchas universidades tienen una y la ponen a disposición de sus equipos, por lo que una opción sería hablarlo con la UPNA. Para que la impresión 3D sea efectiva, se debe trabajar muy bien en los diseños previos, invirtiendo en esta ocasión la mayor parte del tiempo en estos ya que el proceso de fabricación una vez esté el diseño preparado es rápido.

- Refrigeración: Para futuras ediciones se debería poner mucho esfuerzo en diseñar un método eficiente de refrigeración. En esta edición se tuvo en cuenta, pero debido a las complicaciones y pocos medios, no se pudo jugar mucho con el flujo del aire. Algo muy importante que tenía la mayoría de equipos es tener un hueco en el morro del frontal, y con conductos internos se conduce el aire hasta refrigerar el componente deseado.
- Organización: Para conseguir un buen carenado, en el futuro, el miembro del equipo que se dedique a esta parte de la moto debería centrarse exclusivamente en este aspecto ya que es la única forma de conseguir un buen carenado cumpliendo los plazos.
- Numeración: A la hora de poner los vinilos en futuras ediciones, para evitar que se formen arrugas como sucedió en esta edición, se podría pintar el fondo de los números con pintura y que tan solo los números sean vinilos. Otra opción puede ser que si se prefiere que todo sea vinilo, que la parte blanca sea más grande de lo que debe ser y una vez puesto recortar el contorno. Con esta forma es posible que se formen menos arrugas.

13 CONCLUSIONES

Una vez finalizado el evento final, a la hora de valorar el trabajo realizado en el carenado, se ha visto que las piezas fabricadas han estado al nivel de otras fabricadas con presupuestos mucho más elevados.

A lo largo de este tiempo, ha habido que priorizar tiempo libre y de estudio en sacar el proyecto adelante. Por ello, todos los miembros del equipo han tenido mucho mérito haciendo que pueda sacarse adelante, y hace que el resultado final sea mucho más gratificante.

Al tratarse de un proyecto real, ha habido que solucionar problemas reales que pueden aparecer en el futuro en el ámbito laboral, tal y como se ha enseñado a hacer a lo largo de la carrera. P

Finalmente, este proyecto ha ayudado a terminar el grado probando que las habilidades y competencias adquiridas han servido para sacar adelante un proyecto de esta envergadura de forma satisfactoria.

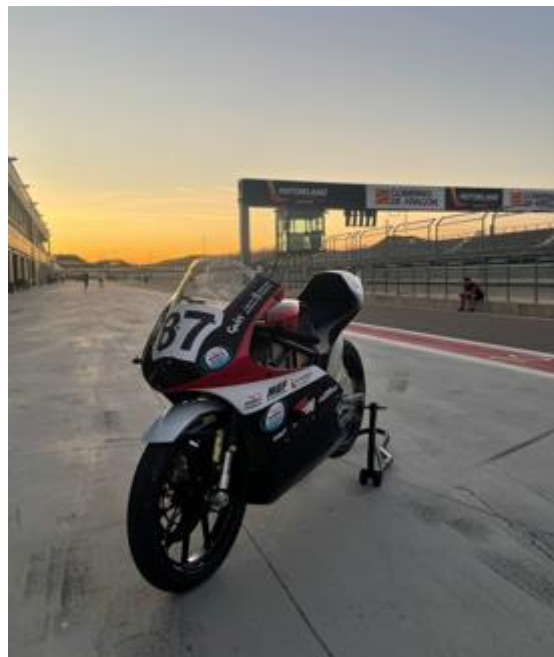


Figura 81. Prototipo de UPNA Racing en Motroland

14 BIBLIOGRAFÍA

Sergio Alfaro Ezcurra (2017). E.T.S de Ingeniería Industrial, Informática y de Telecomunicación. *Estudio aerodinámico de una motocicleta de competición*. Universidad Pública de Navarra.

Miguel Oury Julián (2016). *Diseño, desarrollo y fabricación de un carenado para una moto eléctrica de competición*. Universitat Jaume I.

Reglamento de la competición (2021). MotoStudent

José Sancho. *Introducción a los materiales compuestos*. Asignatura “Tecnología de materiales”. Universidad Pública de Navarra.

(2011)[En línea] <https://www.todocircuito.com/reportajes/32-como-fabricar-un-carenado-de-circuito.html>

(2021) [En línea] <http://www.motostudent.com/>

Firma:

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal stroke followed by a series of loops and a final flourish.

ANEXO

A continuación, se incluyen las fichas técnicas de los diferentes productos utilizados en la fabricación del carenado.

1. Resina epoxi
2. Barniz fijador
3. Masilla de relleno
4. Espuma expansiva

FICHA TÉCNICA

Garantía (en años)	2	Familia de color	Incoloro / transparente
Marca del producto	EUROTEX	Modelo comercial	RESINA EPOXI OCLUSIONES

43810 RESINA EPOXI ENCAPSULD.OCLUSION 394GR.LM 2004/42/IIA cat. j2) 500 Max. COVs g/L: 500

Atención



H315 - Provoca irritación cutánea. H317 - Puede provocar una reacción alérgica en la piel. H319 - Provoca irritación ocular grave. H411 - Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

P101 - Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta. P102 - Mantener fuera del alcance de los niños. P103 - Leer la etiqueta antes del uso. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección. P321 - Se necesita un tratamiento específico. P501 - Eliminar el contenido/el recipiente conforme a la legislación vigente de tratamiento de residuos.

EUH205 - Contiene componentes epoxídicos. Puede provocar una reacción alérgica.

Contiene: resinas epoxi (peso molecular medio <= 700)

UN 3082, SUSTANCIA LÍQUIDA PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE, N.E.P. (CONTIENE RESINAS EPOXI (PESO MOLECULAR MEDIO <= 700)), 9, GE III, (-)

eurotex

www.eurotex.es
Industrias Químicas eurotex S.L.U.
Polígono Industrial Santa Isabel, s/n
41520 - El Viro del Alcor - Sevilla - España
Tel: 955 741 582 - Fax: 955 741 608

Ufi: X9AW-R32E-S006-MJA2



PINTURAS COLAMINA

FICHA TÉCNICA

ET-PG-06-00-02

FECHA: ABRIL 09

REVISIÓN: 02

Ctra. Artica, s/n
Polígono San Cristóbal
31013 Artica (Navarra)
Tfno.: 948 12 01 75
948 12 14 11
Fax: 948 14 75 38
colamina@pinturascolamina.com
www.pinturascolamina.com



NANOCOL BARNIZ FIJADOR (V01)

DESCRIPCION:

El **NANOCOL** es un barniz fijador y sellador al agua, transparente, a base de resinas acrílicas emulsionadas de muy pequeño tamaño de partícula (nanoemulsiones), en el que se ha reforzado la penetración y adherencia sobre soportes minerales y disminuido la sensibilidad a los paramentos y/o acabados de alcalinidad elevada.

Utilizable en soportes de hormigón, piedra, ladrillo (poroso, no esmaltado), y también sobre yeso, escayola, pladur, temple, raseos de cemento e incluso madera y superficies deterioradas y gredosas como barniz fijador penetrante y como consolidante del soporte.

Gracias a su alta penetración y sellado, el rendimiento y la adherencia del sistema completo se verán reforzadas, reduciéndose así mismo la aparición de eflorescencias salinas o migraciones de tintes, resinas amarillentas del pladur, etc.

Según interese, se utilizará como producto único (en una o más manos) o como primera mano para diferentes acabados, preferentemente base agua.

CARACTERISTICAS:

Densidad: 1,02 Kg/Lt, ± 0.10 .

Viscosidad: 11" Copa Ford nº 4, ± 3 .

Color: Turbio lechoso en presentación, transparente claro al secar.

APLICACION:

Preparación de la superficie: Estará limpia, seca y sin polvo, grasa, salitre u otros contaminantes.

Sobre soportes de hormigón, la humedad será inferior al 4%, para lo

que fraguará un mes, mínimo. Tratamientos mecánicos previos mejorarán el resultado final del sistema.

Dilución: Normalmente, se aplica en la forma de suministro.

Podría todavía rebajarse con agua (20-30%) en soportes de poca porosidad.

Aplicación: Preferentemente a rodillo o brocha, para favorecer la penetración. También con pistola airless, etc.

Condiciones: T > 5°C, H.R. < 80%

Secado, 20°C: No pega, 30', aprox.

Para repintar, 8-24 hr, según soporte y humedad ambiental.

PROPIEDADES:

Rendimiento teórico: 8 m²/Lt., ± 2 , para 15 micras secas, aprox.

Brillo: Desde semimate hasta brillante, según capa aplicada y absorción del soporte.

Adherencia: Excelente en hormigón, cemento, ladrillo poroso, piedra, yeso, escayola, pladur, cemento y otros soportes (madera en interiores, etc.).

Resistencias: Excelente al agua y a soportes o terminaciones de fuerte alcalinidad.

Repintado: Con el mismo **NANOCOL**, en tratamientos consolidantes de superficies arenosas o deterioradas.

Utilizado como barniz impregnador penetrante, puede acabarse con los más diversos tipos de pinturas, como plástico interior-exterior (**VODAPLAST**, **TEIDE**), exterior-interior (**EXTERPLAST**, **TELPIN FACHADAS**), revestimientos elásticos (**TELPIN CUBIERTAS**), silicatos (**PINTURA AL SILICATO**), epoxis al agua (**URA EPOX**) y otros.

Hoja técnica Masilla de relleno



presto Masilla de relleno es una masilla de 2 componentes, una mezcla de una resina de poliester de elasticidad media, altamente reactiva y aminoacelerada con diferentes compuestos de relleno minerales y no dañinos para el medioambiente.

Aplicable sobre metal, madera, hormigón. Para el relleno de orificios e irregularidades, emplastecido de superficies tratados previamente durante la reparación de piezas de carrocería, superficies metálicas, reparación y restauración de superficies de madera y hormigón, por ejemplo escalones de escaleras, colocación de tacos y tornillos etc. Aplicable universalmente en todo el sector Hobby y Do-it-yourself.

Los orificios con un diámetro menor que 12 mm se pueden rellenar con presto Masilla de fibra de vidrio antes de la aplicación de esta masilla. Los orificios mayores de 12 mm de diámetro deben ser tratados con presto Box de reparación.

Para los trabajos previos y posteriores del emplastecido recomendamos nuestros papeles de lija presto Schleifpapiere. Tenemos un amplio surtido desde fino a grueso, tanto para lijado en seco como en húmedo.

Hier aquí llegan al video de aplicación.

Calidad y propiedades

- Fácil manejo
- Tiempo de aplicación rápido ahorrando tiempo
- Muy buenas características adherentes sobre diferentes superficies
- Facilidad de lijado, incluso después de largo tiempo
- Apto para pinturas para secado en estufas
- Libre de amianto y siliconas
- Resistente contra ácido y lejías débiles, propelentes, disolventes y sales

Datos físicos y químicos

- **Base:** Resina de poliester con material de relleno mineral
- **Color:** ocre
- **Olor:** a estírol
- **Forma:** suave, tixotropico, pastoso
- **Tiempo estado líquido en 20°C:** aprox 4 - 5 Min.
- **Temperatura de trabajo:** a partir de 12°C
- **Secado (con 20°C, 50% humedad relativa del aire):** Lijable después de aprox. 20 - 30 minutos
- **Punto de inflamación:** aprox. 33°C (masilla); no aplicable para el endurecedor
- **Densidad con 20°C:**
Masilla: 1,85 g/cm³
Endurecedor: 1,15 g/cm³
- **Adición de endurecedor:** 2 - 4 % (mezcla óptima 2,5 %)
- **Resistencia de temperaturas del material endurecido:** 120°C
- **Caducidad/almacenaje:**
24 meses con almacenaje correcto (=10°C - 25°C, humedad relativa del aire de max. 60%) en su envase original cerrado. Proteger de la incidencia directa del sol, las heladas y de la humedad.
- **Formato:**
Masillas: Envase de boca estrecha
Endurecedor: tubos de plástico

Mediambiente y clasificación

Medioambiente: Los productos de MOTIP DUPLI están al 100 % libres de metales pesados dañinos para la salud y desde el año 1977 libre de propelentes CFC's. Las tapas y los envases son de materiales reciclables.

Reciclado: Solo debe reciclar el envase totalmente vacío en el contenedor correspondiente. aerosoles con restos deben llevarse al punto limpio. Clasificación: Todos los productos MOTIP DUPLI corresponden al actual estado de la normativa de clasificación según disposición 1999/45/CE.

Normativa de preparación: Todos los aerosoles corresponden al reglamento técnico alemán TRGS 200 y TRG 300 así como a la normativa sobre aerosoles 75/324/EWG en su versión actual

Aplicación

- La superficie a emplastecer debe estar libre de óxido, limpia, seca y lijada.
- Sacar del envase la cantidad de material necesaria y mezclarla bien con la cantidad correspondiente del endurecedor.
- Aplicar este material mezclado en el grosor de capa deseada.
- Limpiar inmediatamente después los útiles de a, en caso necesario con un diluyente nitro.
- El material sobrante mezclado no debe volver a ponerse en el envase.
- Después de aprox. 20-30 minutos se puede taladrar, lijar, serrar, imprimir o pintar la superficie emplastecida.

Responsabilidad

Estas informaciones sobre las técnicas de aplicación se realizan según nuestro mejor conocimiento, pero es solo una indicación sin compromiso, y no le exime de realizar sus propias pruebas de los productos suministrados por nosotros sobre si son aptos para los fines deseados. El uso y la aplicación de los productos se realizan fuera de nuestras posibilidades de control y por tanto se encuentran solo bajo responsabilidad del usuario. MOTIP DUPLI no se hace responsable, siempre y cuando no se pueda adjudicar el error a MOTIP DUPLI.

AXTON

AXTON

ESPUMA EXPANSIVA MULTIUSOS

Para aislar,
rellenar o fijar

Para isolar,
preencher ou fixar



750ml

30L



Secado al tacto
Secagem ao toque



Secado completo
Secagem completa



Interior / Exterior



Limpiar inmediatamente con el limpiador de espuma expansiva Axton o acetona
Limpar imediatamente com o produto de limpeza de espuma expansiva Axton ou acetona



Reutilizable durante un mes desde el primer uso
Reutilizável durante 1 mês depois da primeira abertura

■ Esta espuma expansiva, de color blanca multiuso es idónea para realizar aislamientos estándar contra el frío, el calor y la humedad (marcos de puertas y ventanas, paredes, tejas, etc.), y aislamientos acústicos, tanto en interiores como en exteriores. Sirve para rellenar y sellar cavidades (grietas, huecos de paso de canalizaciones, rozas, etc.) y para fijar (enchufes e interruptores).

MODO DE EMPLEO

La espuma expansiva AXTON se puede utilizar a temperaturas comprendidas entre +5°C y +30°C.

PASO 1 : PREPARACIÓN DEL SOPORTE

1 - Usar guantes. 2 - Limpiar la superficie para eliminar el polvo y cualquier resto de grasa. 3 - Proteja la superficie adyacente con cinta de carrocero. 4 - Humedezca la superficie para mejorar la adherencia del producto y acelerar el endurecimiento.



PASO 2 : APLICACIÓN DE LA ESPUMA

5 - Antes de comenzar, agite el producto 20 veces. 6 - Aplique la espuma al soporte. No rellene totalmente las cavidades, porque la espuma aumenta de volumen. El aerosol se puede utilizar en cualquier posición. Comience en posición invertida (con la parte superior hacia abajo) y luego gírelo.



Recomendación : Para las cavidades en vertical, rellene de abajo hacia arriba. Si hace una pausa durante la aplicación del producto, vuelva a humedecer el soporte y a agitar el aerosol. Para los huecos de gran tamaño, es necesario seguir este paso.

PASO 3 : ACABADO

7 - Antes de cortar con cuchilla, lij, pintar o enlucir, espere a que el producto se seque por completo (2 horas).

CARACTERÍSTICAS

- Resistencia a la humedad y al paso del tiempo.
- Excelente adherencia a la mayoría de los materiales (hormigón, madera, cemento, PVC, etc.), excepto a polietileno, PTFE y silicona.
- Espuma utilizable durante un año sin abrir, respetando las condiciones normales de almacenamiento en posición vertical. Temperaturas de almacenamiento comprendidas entre +5°C y +25°C. Ver la fecha de fabricación indicada en la cara inferior del embalaje. Tras la primera apertura, la espuma, es utilizable durante un mes, limpiando bien la boquilla.

RECOMENDACIONES

- La espuma de PU solamente se puede limpiar antes de que se seque. Una vez seca, únicamente se puede quitar rascando.
- Si deja de utilizar el aerosol durante cinco minutos, deberá limpiarlo antes de retomar el trabajo.

PELIGRO

Contiene : polimetilenoipolifenilisocianato, alcanos, C14-17, cloro. Aerosol extremadamente inflamable. Recipiente a presión. Puede reventar si se calienta. Provoca irritación cutánea. Puede provocar una reacción alérgica cutánea. Provoca irritación ocular grave. Nocivo en caso de inhalación. Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación. Puede irritar las vías respiratorias. Se sospecha que provoca cáncer. Puede ser nocivo para los lactantes. Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas por inhalación. Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta. Mantener fuera del alcance de los niños. Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar. No pulverizar sobre una llama abierta u otra fuente de ignición. No perforar ni quemar, incluso después de su uso. EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico. Guardar bajo llave. Proteger de la luz del sol. No exponer a temperaturas superiores a 50 °C / 122°F. Eliminar el contenido / el recipiente en acuerdo con las regulaciones locales / regionales / nacionales / internacionales.

Este producto puede provocar reacciones alérgicas en personas sensibles a los diisocianatos. Las personas con asma, eczema o afecciones de la piel deberían evitar todo contacto con este producto, incluido el contacto dérmico. Este producto no debe utilizarse en condiciones de ventilación insuficiente salvo si se emplea una mascarilla protectora con un filtro antigás adecuado (por ejemplo, de tipo A1 conforme a la norma EN 14387).



*Información sobre el nivel de emisiones de sustancias volátiles al aire interior, que representan un riesgo de toxicidad por inhalación, en una escala de clase que va de A+ (emisiones muy bajas) a C (emisiones altas).
*Información sobre el nivel de emisiones de sustancias volátiles al aire interior, que representan un riesgo de toxicidad por inhalación, en una escala de clase de A+ (emisiones muy bajas) a C (emisiones altas).

Made in Belgium

■ Esta espuma expansiva, de cor blanca, multiusos é ideal para isolamentos normais contra o frio, o calor e a humidade (molduras de portas, janelas, paredes, telhas, etc.) e isolamentos acústicos tanto no interior como no exterior. Permite tapar cavidades ou calafetar (fissuras, buracos em redor de canalizações, roços para cabos elétricos, etc.) e fixar (tomadas de corrente, interruptores).

INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

Esta espuma expansiva AXTON pode ser utilizada a temperaturas entre +5°C e +30°C.

ETAPA 1 : PREPARAÇÃO DO SUPORTE

1 - Usar luvas. 2 - Limpar a superfície para remover a poeira e eventuais manchas de gordura. 3 - Proteger a superfície em redor com fita de pintor. 4 - Humedecer a superfície para uma melhor aderência do produto e acelerar o seu endurecimento.



Conselho : Para as cavidades verticais encha o espaço de baixo para cima. Se fizer uma pausa durante a aplicação do produto, deve voltar a humedecer o suporte e agitar novamente o aerosol. Para buracos de grandes dimensões esta etapa é fundamental.

ETAPA 2 : APLICAÇÃO DA ESPUMA

5 - Antes de começar, agitar 20 vezes o produto.
6 - Aplique a espuma no suporte. Não encha totalmente a cavidade porque a espuma aumenta de volume. A espuma pode ser utilizada em todas as posições. Comece com a cabeça do aerosol voltada para baixo e depois volte-a para cima.

PROPRIEDADES

- Resistência à humidade e ao envelhecimento.
- Excelente aderência sobre a maior parte dos materiais (betão, madeira, cimento, PVC, etc.), com exceção do polietileno, do PTFE e do silicone.
- Espuma utilizável durante 1 ano antes da abertura, respeitando as condições normais de armazenamento com a cabeça para cima. Espuma utilizável durante 1 ano antes da abertura, respeitando as condições normais de armazenamento com a cabeça para cima. Temperaturas de armazenamento entre +5°C e +25°C. Ver a data de produção inscrita no fundo do embalagem. Depois da primeira abertura, a espuma é utilizável durante 1 mês, limpando bem o bocal.

CONSELHOS

- A espuma de PU apenas pode ser limpa quando ainda está fresca. Depois de seca, apenas pode remover a espuma raspando.
- Deve limpar o aerosol se não o vai utilizar durante 5 minutos.

PERIGO

Contém : polimetilenoipolifenilisocianato, cloroalcanos C14-17. Aerosol extremamente inflamável. Recipiente sob pressão: risco de explosão sob a ação do calor. Provoca irritação cutânea. Pode provocar uma reação alérgica cutânea. Provoca irritação ocular grave. Nocivo por inalação. Quando inalado, pode provocar sintomas de alergia ou de asma ou dificuldades respiratórias. Pode provocar irritação das vias respiratórias. Suspeito de provocar cancro. Pode causar danos nas crianças alimentadas com leite materno. Pode afectar os órgãos após exposição prolongada ou repetida por inalação. Pode provocar efeitos nocivos duradouros nos organismos aquáticos. Se for necessário consultar um médico, mostre-lhe a embalagem ou o rótulo. Manter fora do alcance das crianças. Manter afastado do calor, superfícies quentes, faíscas, chama aberta e outras fontes de ignição. Não fumar. Não pulverizar sobre chama aberta ou outra fonte de ignição. Não furar nem queimar, mesmo após utilização. EM CASO DE exposição ou suspeita de exposição: consulte um médico. Armazenar em local fechado à chave. Manter ao abrigo da luz solar. Não expor a temperaturas superiores a 50 °C / 122°F. Eliminar o conteúdo / recipiente em conformidade com os regulamentos locais / regionais / nacionais / internacionais.

Pessoas já sensibilizadas aos diisocianatos podem desenvolver reacções alérgicas se utilizarem este produto. Pessoas que sofram de asma, eczema ou problemas cutâneos deverão evitar o contacto, incluindo o contacto dérmico, com este produto. Este produto não deve ser utilizado em condições de ventilação reduzida sem uma máscara de protecção com um filtro anti-gás adequado (por exemplo, tipo A1, de acordo com a norma EN 14387:2004).

LEYROY MERLIN ESPAÑA
Av. de la Vega, 2 - 28108 Alcobendas - Madrid - España Tel (+34) 91 749 60 00
AKI BRICOLAJE ESPAÑA
Parque Empresarial - RÍO NORTE El Ctra. N-4 - Esquina a Ctra. Fuencarral, nº 1 - 28100 Alcobendas - Madrid - España Tel (+34) 91 644 7900
BOM-BRICOLAGE, S.A.
Rua Quinta do Pácinho, n.º 10 - 12 7990-237 Carnaxide - Portugal
N.º de contribuinte : 506848558 Tel (+351) 21 41 66 700
AKI BRICODIS S.A.
Rua Quinta do Pácinho, n.º 10-12 - Portela de Carnaxide 2790-237
CARNAXIDE - Portugal N.º de contribuinte : 502 216 069
Tel (+351) 21 41 64 000



750ml e

1000 3

324463-LAB